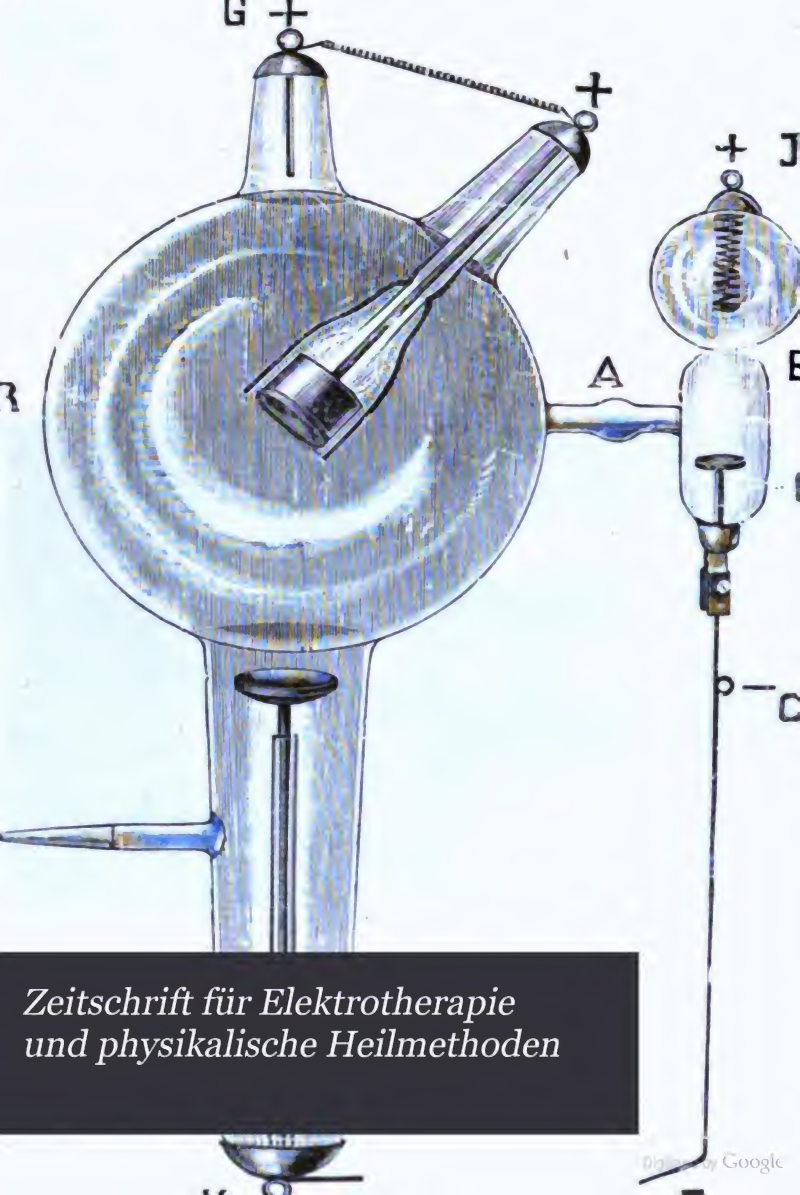


Zeitschrift für Elektrotherapie und physikalische Heilmethoden

Digitized by Google

E. H. B.

BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY.

Digitized by Google

ida

Zeitschrift für Elektrotherapie

und die physikalischen Heilmethoden auf Grundlage der Elektrotechnik

Unter ständiger Mitwirkung von

Prof. Dr. BORUTTAU, Göttingen, FRIEDRICH DESSAUER, Aschaffenburg, Dr. F. FRANKENHÄUSER, Friedenau-Berlin, JOHN HÄRDÉN, New-York, Dr. W. S. HEDLEY, London, Dr. J. L. HOORWEG, Utrecht, Dr. L. LADAME, Genf, Prof. Dr. von LUZENBERGER, Neapel, Dr. LUDWIG MANN, Breslau, Dr. O. MUND, Görlitz, Prof. Dr. WERTHEIM-SALOMONSON, Amsterdam, Prof. Dr. S. SCHATZKIJ, Wien, Prof. Dr. SCHIFF, Wien, Dr. ZANIETOWSKI, Krakau, Dr. A. ZIMMERN, Paris

herausgegeben von

Dr. Hans Kurella

in Breslau.

Mit einer Tafel.

VI. Jahrgang.



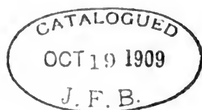
Leipzig 1904.

Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Roßplatz 17.

Digitized by Google





Digitized by Google

ZEITSCHRIFT

für

Elektrotherapie und physikalische Heilmethoden.

Herausgegeben unter ständiger Mitwirkung der Herren

Prof. Dr. Boruttau, Friedrich Dessauer, Dr. F. Frankenhäuser, John Härdén, Dr. W. S. Hedley, Dr. J. L. Hoorweg, Dr. P. Ladame, Prof. Dr. von Luzenberger, Dr. Ludwig Mann, Dr. O. Mund, Prof. Dr. Wertheim-Salomonson, Prof. Dr. S. Schazkij, Prof. Dr. E. Schiff, Dr. Zanietowski, Dr. A. Zimmern

von

Dr. Hans Kurella in Breslau, XVI.

VI. Jahrgang. Januar 1904. Heft I.

Boston Medical Library

A. Abhandlung.

Mitteilungen des Elektrotechnischen Laboratoriums Aschaffenburg über Neuerungen auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen.

Neue Folge 1904.

I. Mitteilung. Röntgenröhren betreffend.

Eine Erfahrung, die jeder Untersucher macht, der mit verschiedenen Röntgenlaboratorien in Berührung kommt, geht dahin, dass die Resultate mit gleichen Röhrenkonstruktionen in den einzelnen Instituten sehr verschieden sind. Die Modelle, welche sich in dem einen Institut gut bewähren, enttäuschen in einem anderen vollständig. Der Grund zu dieser Tatsache aber ist einfach der, dass auch hier nicht ein Ding für alle Fälle passt.

Manche Autoren stellen deshalb die Forderung auf, dass sich jeder die für ihn passenden Röhren herausprobieren und mit der einmal gefundenen arbeiten soll. Bei Neukonstruktionen solle ein jeder erst die Erfahrungen anderer abwarten. Dies hat zwei Missstände im Gefolge. Das Herausprobieren bei Röhren ist eine ärgerliche und kostspielige Sache, speziell für den Anfänger, der oft noch gar nicht beurteilen kann, welche Röhre für ihn am besten ist. Und wenn alle eingearbeiteten

Digitized by Google

Institute bei Neukonstruktionen auf die Erfahrungen anderer warten. Wer macht denn dann die Erfahrungen?

Die Röntgentechnik ist heute doch soweit gefördert, dass sie im grossen und ganzen nach festen Gesichtspunkten arbeitet. So sind auch die Anforderungen an die Röhren ganz bestimmte, fest bestehende. Es ändert sich diese Anforderung mit dem Zweck, dem die Röhre dient, ja teilweise sind diese Anforderungen bei verschiedenen Anwendungsweisen direkt entgegengesetzt. Bevor man eine Röhre wählt, sie beurteilt, soll man sich darüber klar sein, was sie gemäss ihrer Konstruktion leisten kann, was der Konstrukteur von ihr wollte und was man selbst von ihr will. Daher soll im nachfolgenden versucht werden, kurz wiederzugeben, wie der Zweck der Röhre in der Konstruktion seinen Ausdruck findet.

Zunächst ist es wichtig, über die Vorgänge in der Röntgenröhre sich klar zu sein. Dies ist durchaus notwendig, um eine Röhre richtig zu behandeln. Es kann hier nicht darauf eingegangen werden, wir verweisen auf die Darstellung in dem Lehrbuche von Dessauer und Wiesner, „Leitfaden des Röntgenverfahrens“, erschienen bei Vogel & Kreienbrink, Berlin 1903, ferner auf die Arbeit „Ueber Röntgenröhren“ von Dessauer in Heft 10, Jahrgang 1902 der Zeitschrift für Elektrotherapie von Dr. H. Kurella. Eine gute Darstellung enthält auch Stechow, Röntgenverfahren, Gocht u. a. m.

Daran anschliessend seien zunächst die allgemeinen Grundlagen der Röhrenkonstruktion gegeben.

1. Bildschärfe. Die Kathodenstrahlen wandern von der Kathode zur Antikathode, indem sie sich annähernd senkrecht zum Ausgangspunkte bewegen. Die Kathode ist deshalb hohlspiegelförmig, damit die Strahlen sich alle möglichst in einem Punkte der Antikathode treffen. Von dieser Stelle der Antikathode (nicht etwa, wie viele irrtümlich glauben, von der leuchtenden Glaswand der Röhre) gehen die wirksamen X-Strahlen aus.

Die Bildschärfe hängt davon ab, dass die X-Strahlen wirklich alle von einem möglichst kleinen Fleck der Antikathode ausgehen. Jede andere Ausgangsstelle der X-Strahlen verursacht Verzeichnung, unscharfe Konturen der Bilder. Die Röhre zeichnet unscharf, wenn die Kathodenstrahlen eine grössere Stelle der Antikathode treffen und zur Emission von X-Strahlen veranlassen oder aber, wenn gar Kathodenstrahlen an verschiedenen Stellen der Glaswand X-Strahlen erzeugen. Das erstere ist der Fall, wenn die Antikathode nicht im richtigen Punkte der Röhre steht, da, wo die Kathodenstrahlen zusammentreffen, letzteres, wenn Schliessungsinduktion durch die Röhre geht.

Digitized by Google

Die Bildschärfe zu prüfen, gibt es ein sehr einfaches Mittel. Man durchleuchtet einen Bleistift im Abstande von einigen Zentimetern von der Röhre. Ist der Kern so scharf differenziiert, dass nur die Körnung des Bariumplatincyanürschirmes die Schärfe der Grenzlinie etwas beeinträchtigt, so ist die Bildschärfe gut. Geht der Kern aber allmählich durch eine halberhellte Zone in die Fassung über, so ist die Bildschärfe nicht sehr gut.*)

2. Durchdringungsfähigkeit. Man hat sich vorzustellen, dass beim Durchgange eines Stromstosses durch die Röhre gleichzeitig Strahlen verschiedener Penetrationskraft auftreten. Die Grenzen der am meisten und der am wenigsten penetrationsfähigen, gleichzeitig auftretenden Strahlen liegen aber nicht allzuweit auseinander. Deshalb kann man allgemein vom Strahlencharakter einer Röhre sprechen, von einer mittleren Durchdringungsfähigkeit.

Bekannt ist, dass diese mittlere Durchdringungsfähigkeit mit wachsendem Vakuum wächst. Dieser Zusammenhang ist aber kein direkter. Durch das wachsende Vakuum wächst der Widerstand der Röhre gegen den elektrischen Strom und infolgedessen die Spannung an den Röhrenelektroden, welche aufgewandt werden muss, um den Widerstand zu überwinden. Dadurch steigert sich die Durchdringungsfähigkeit. Man kann also letztere auch steigern, wenn man ohne Änderung des Vakuums die Spannung steigert. (Prinzip der Dessauerschen Idealröhre.)

Eine Röhre, die relativ durchdringungskräftige Strahlen aussendet, heisst hart, eine solche, die schwach penetrierende Strahlen aussendet, heisst weich.

Zwischen den für die Radiologie wichtigen Eigenschaften der X-Strahlen besteht folgende Relation:

Je geringer der Widerstand der Röhre ist (also je weicher sie ist, je mehr Luft sie noch enthält) desto geringer ist die Penetration der X-Strahlen, desto stärker der die Röhre passierende Strom, desto mehr X-Strahlen werden erzeugt. Infolgedessen ist auch die chemische Wirkung (auf Platte, Leuchtschirm und Haut) am grössten. Die X-Strahlen werden von den Stoffen, in die sie eindringen, diffus reflektiert, und diese diffuse Reflektion, die sogenannte S-Strahlen-Bildung, stört die Bildgüte ausserordentlich, ja, macht eine Aufnahme oder Durchleuchtung oft geradezu unmöglich. Diese Sekundärstrahlenbildung nimmt mit zunehmender Penetrationskraft der X-Strahlen zu, ist bei weichen Röhren also gering.

*) Bei Röntgenröhren für therapeutische Zwecke ist das natürlich ganz gleichgültig. Wichtig dagegen für Aufnahme und Durchleuchtung.

Digitized by Google

Für die Benutzung der Röhren gilt daher die Regel: Für jedes Objekt, das aufgenommen oder durchleuchtet werden soll, gehört eine entsprechende Qualität X-Strahlen. Die geeignetste Strahlengattung ist die, welche eben noch durch das Objekt hindurchgeht. Denn dann ist die chemische Wirkung am grössten und die störende S-Strahlenbildung am geringsten. Die Röhre muss also für ein Objekt immer möglichst weich sein, damit Aufnahme oder Durchleuchtung gut wird. Mit einer Röhre, deren Strahlen ein Becken durchdringen, kann man keine wirklich gute Armaufnahme machen.

3. und 4. Hiermit sind auch die Punkte 3 — chemische Wirkung — und 4 — Sekundärstrahlenbildung — erledigt.

Kauft man sich also eine Röhre, so soll sie weich sein, damit man mit ihr gute Aufnahmen der Extremitäten machen kann. Härter wird sie dann schon von selbst, und man kann sie für dickere Objekte benutzen.

5. Lebensdauer und Konstanz der Röhre. Die X-Strahlen sind nach neuerer Auffassung wahrscheinlich kleinste Körperchen, Gasteilchen, die beim Durchgange des Stromes heraustreten. Dabei wächst das Vakuum. Eine Röhre kann also nur eine bestimmte Menge X-Strahlen hergeben, bis ihr Vakuum zu hoch ist.

Darum ist die Lebensdauer einer Röhre von ihrem Volumen abhängig. — Darum sollte man aber auch andererseits nie und nimmer Röhren verwenden, die nicht eine sogenannte Regeneriervorrichtung oder doch ein sehr grosses Volum haben.

Zurzeit existieren zwei vielfach verwendete, wirklich erprobte Regeneriervorrichtungen. Die eine besteht in einem an die Röhre angeschmolzenen Palladiumröhrchen, die andere aus Glimmerscheiben, die im Inneren der Röhre eingeschmolzen sind. Ist das Vakuum zu hoch, so wird das Palladium durch eine Spiritusflamme erhitzt (Villardsche Methode). Dabei okkludiert das Palladium aus der Flamme Wasserstoff und gibt einen Teil davon in das Innere der Röhre ab. So wird Gas eingeführt, das richtige Vakuum wieder erneuert, „regeneriert“. Bei der anderen Methode wird der Glimmer durch Strom oder auftreffende Kathodenstrahlen erwärmt und gibt dabei etwas Gas ab. Da die notwendigen Gasquantitäten sehr gering sind, so halten beide Methoden lange Zeit vor. Indessen werden die Röhren qualitativ bei häufigem Regenerieren schlechter. Worauf dies zurückzuführen ist, weiss man noch nicht ganz sicher. Wenn die Bildung der X-Strahlen ein Dissoziationsvorgang ist, so bedeutet das Regenerieren wahrscheinlich eine Verschlechterung des Elektrolyten. Jedenfalls ist die Lebensdauer einer Röhre mit Regeneriervorrichtung viel grösser, als die einer gleichen Röhre ohne Regenerierung.

Digitized by Google

Das Regenerieren ist also die Methode, durch Gaszufuhr aus einer harten Röhre eine weiche zu machen. Jede Röhre soll eine solche Vorrichtung besitzen, damit sie dauerhaft ist.

Eine andere Sache als die Dauerhaftigkeit ist die Konstanz einer Röhre. Haben wir uns für einen bestimmten Zweck eine Röhrenqualität ausgesucht, die der Dicke und Dichte unseres Objektes entspricht, so soll die Strahlenqualität während der Durchleuchtung sich nicht zu sehr ändern. Viele Röhren werden beim Durchgange eines Stromes rasch weich, andere hart. Dies hängt von konstruktiven Umständen ab, insbesondere davon, dass die Röhre in der richtigen Weise evakuiert wird. Man probiert beim erstmaligen Einschalten eine Röhre auf Konstanz bei mässiger Belastung und bevorzugt die, welche dabei eher etwas Neigung zum Weicherwerden haben vor denen, die bei Stromdurchgang härter zu werden beginnen.

Wie man harte und weiche Röhren auf dem Schirme erkennt, ist sehr oft beschrieben worden. Je schwärzer der Knochenschatten, desto weicher die Röhre.

Beim Evakuieren wird durch die Röhren in der Fabrik der Strom eines Induktoriums geschickt. Dabei passt sich die Röhre so sehr an den Strom dieses Induktoriums an, dass eine Röhre eigentlich ganz gut nur mit dem Induktorium funktioniert, mit dem sie evakuiert wurde. Praktisch lässt sich das durchaus nicht durchführen. Man muss also sorgen, Röhren zu benutzen, die mit einem Induktorium evakuiert wurden, das dem eigenen möglichst ähnlich ist. Man schreibt also dem Fabrikanten die Arbeitsverhältnisse, in welche die Röhre kommt, möglichst genau. Nicht etwa nur Funkenlänge des Induktoriums, die allein gar nichts besagt, sondern vor allem Fabrikat, Unterbrecher und Stromquelle. Freilich muss man sich dann darauf gefasst machen, dass man etwas länger auf die Röhre warten muss. Deshalb soll man auch nicht warten, bis die letzte Röhre zerbrochen ist, sondern über eine Reserve verfügen. Drei, mindestens aber zwei Röhren sollte jeder, das Röntgenverfahren ausübende Arzt sicher haben, schon deswegen, weil man mit einer Röhre nur gewisse Körperpartien, die dem Härtegrad entsprechen, beherrscht.

Stimmt die Röhre mit dem Induktorium schlecht, so ist ihre Leistung kein Äquivalent für den hineingegebenen Strom, oder sie wird rasch hart oder rasch ganz weich. Nur selten liegt hierbei am Fabrikanten die Schuld.

Dies sind der Hauptsache nach die für alle Fälle geltenden Vorschriften. Andere, nicht minder wichtige konstruktive Momente müssen dem einzelnen Gebrauchszwecke Rechnung tragen.

Digitized by Google

Im elektrotechnischen Laboratorium werden fast alle Neuerscheinungen der Röntgentechnik, insbesondere aber alle Röhrenkonstruktionen gewissenhaft untersucht und die dabei am besten gefundenen empfohlen. Für die einzelnen Verwendungsarten sollen daher die Erfahrungen des genannten Institutes zum Teile erwähnt werden. Ausser dieser Prüfung und Auswahl der Typen muss der Lieferant aber auch die einzelnen Röhren, das Stück, das der Kunde wünscht, mit einem ähnlichen Instrumentarium prüfen, und eigentlich nur solche wissenschaftlich geleitete Institute, die mit Einrichtungen der verschiedenen Konstruktionen versehen sind, können diese Anforderung erfüllen.

6. Belastung. Zunächst ist es ein grosser Unterschied, ob ein Institut seine Röhre mehr für Durchleuchtungen in der inneren Medizin oder für Aufnahmen verwendet. Im ersteren Falle, wie auch bei den —

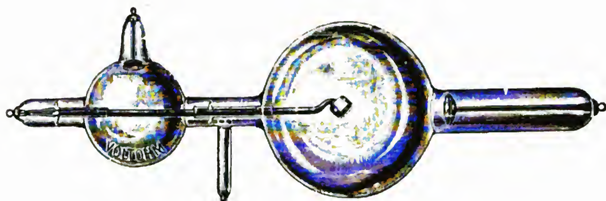


Fig 1.

jetzt nur noch sehr selten verwendeten — Momentaufnahmen muss die Röhre eine grosse Durchleuchtungshelligkeit erzeugen. Bei einer Aufnahme kann man die Strahlenmenge abschwächen, dafür länger exponieren.

Nun entspricht einer erzeugten Lichthelligkeit, einer Strahlenmenge eine entsprechende zur Antikathode wandernde Kathodenstrahlenmenge. Diese Kathodenstrahlenmenge erzeugt aber auf der Antikathode auch Wärme. Die Antikathode besteht aus Metall und zwar meist aus einem mit äusserst feinen Platinscheibchen überzogenen Eisen- oder Kupferklotz. Wenn die Temperatur durch die aufprallenden Kathodenstrahlen zu hoch wird, gerät die Antikathode in Glut, und die Hinterlegung des Platinspiegels kann dabei Gas abgeben. Dadurch wird das Vakuum beeinträchtigt. Zugleich wird das Metall der Antikathode zerstäubt, ja es kann sogar ein Loch in die Antikathode gebrannt werden.

Wenn man sehr hell durchleuchten muss, also genötigt ist, der Antikathode viel Wärme zuzuführen, so muss man auch sorgen, dass

Digitized by Google

diese Wärme sofort abgeleitet und weggeführt wird, man muss einen guten Leiter als Hinterlegung der Antikathode nehmen, einen dicken Metallklotz, wie ihn vor allem die Röhre von Dr. Rosenthal besitzt (bekannt als Voltohm-γ-Röhre). (Fig. 1.)

Dann muss man aber weiter sorgen, dass diese Metallantikathode nicht zu sehr auf die Dauer erhitzt wird. Denn die Wärmekapazität einer solchen Hinterlegung ist klein. Man darf diese Röhren also momentan ziemlich stark in Anspruch nehmen, aber nicht zu lange eingeschaltet lassen, jedenfalls nie bis zur hellen Glut der Antikathode.

Eine andere Konstruktion ist für Aufnahmen mit längeren Expositionszeiten nötig. In diesem Falle wird der Antikathode auf die Dauer eine grosse Wärmemenge zugeführt, mehr, als ein Metallstück aufzunehmen

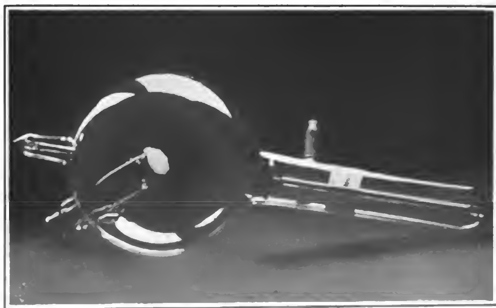


Fig. 2.

vermag. Dann empfiehlt es sich, als Hinterlegung der Antikathodenscheibe (nach Dr. M. Levy) einen Körper von grosser Wärmekapazität, Porzellan, Speckstein oder dergl. zu verwenden. Eine solche Röhre vermag längere Zeit mit mässigem Strome (mässiger Strahlenmenge) zu arbeiten. Wer natürlich auf eine solche die volle Wucht eines leistungsfähigen Instrumentes wirken lässt, wird die Röhre ruinieren. Denn die Hinterlegung ist ein schlechter Wärmeleiter, vermag zwar viel Wärme aufzunehmen, aber nicht rasch abzuleiten. Solche Röhren, unter dem Namen Kontraströhren eingeführt, eignen sich ganz vorzüglich zu lang dauernden Aufnahmen und Bestrahlungen mit schwachem Strome. (Fig. 2.)

Digitized by Google

Sehr gut sind die Röhren von Müller in Hamburg für starke Beanspruchung mit dickem Metall hinterlegt. (Fig. 3.) Dagegen hat man die Anwendung von Wasserkühlung der Antikathode fast durchweg wieder

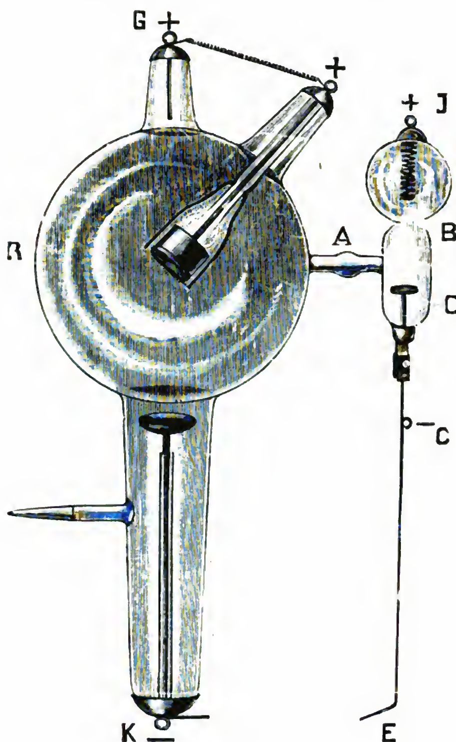


Fig. 3.

aufgegeben. Gut bewährt hat sie sich allenfalls bei der Kontraströhre, bei der Wasserreservoir und Antikathode durch den isolierenden Körper getrennt sind.

Digitized by Google

Wenn viele Aufnahmen gleicher Art, besonders schwierige Aufnahmen, bei denen die Röhren stark angestrengt sind, gemacht werden müssen, so muss man mit Röhren von grossem Volumen arbeiten. Bei ihnen ist die Strahlenart jedenfalls konstanter. Hat die Röhre ein kleineres Volumen, so übt die geringste Gasausscheidung oder Bindung einen sehr grossen Einfluss auf das Vakuum aus. Gut in der Konstanz sind die Röhren von Dr. Rosenthal (Voltohm) und ganz besonders die Riesenröhre von Gundelach und Dessauer.

Ein anderes Interesse hat der mit sehr beschränkten Mitteln Arbeitende. Er muss mit möglichst wenig Röhren alle Gebiete des Körpers beherrschen, muss also die Durchdringungsfähigkeit der X-Strahlen möglichst dem Objekte anpassen können. Wenn er also — dies gilt besonders bei nicht sehr forcierter Benutzung des Apparates — die Anpassung der Röhre an das Objekt durch Vakuumbeeinflussung herbeiführen will, so wählt er Röhren von kleinem Volumen. Ein wenig Regenerieren macht dann die Röhre schon weicher, ein wenig Verkehrtschalten macht sie schon härter, die Strahlen durchdringungsfähiger.

Er muss dann allerdings nicht denken, dass die Röhre ewig hält. Bei nicht sehr häufiger Benutzung der Apparate fällt dies aber weniger ins Gewicht.

Auch zu sehr belasten darf man solche kleine Röhren nicht. Muss man mit ihnen schwere Aufnahmen machen oder lange durchleuchten, so wird man die Expositionszeit gross wählen und den Strom so schwach wie angängig, damit die Röhre während des Aufprallens aller nötigen Kathodenstrahlen auf die Antikathode Zeit hat, sich abzukühlen.

Man hat auch Vorrichtungen konstruiert, die Röhre künstlich härter zu machen, und zwar durch Gasokklusion. Dies geschieht durch künstliche Zerstäubung von Metall in der Röhre während des Stromdurchganges. Besonders gute Erfahrungen haben wir indessen nicht mit dieser Einrichtung gemacht. Am besten funktioniert noch die „Härtevorrichtung" in der Müllerschen Röhre.

7. Regulierung. Die Methoden, das Vakuum der Röhre zu beeinflussen, also insbesondere das Villardsche Regenerierverfahren, dienen in erster Linie dazu, der zu hart gewordenen Röhre neuerdings Gas zuzuführen. Erst in zweiter Linie kann man durch diese Einrichtungen die Durchdringungsfähigkeit der Strahlen dem Einzelfall anpassen. Denn es ist wohl zu bedenken, dass, wie eingangs erwähnt, die Röhre durch Benutzung irgend welcher auf ihr Vakuum wirkender Vorrichtungen qualitativ schlechter wird.

Digitized by Google

Darum wurde zuerst von Dessauer (s. Zeitschrift für Elektrotherapie, Heft 10, 1902, Verhandlungen der Berliner physikalischen Gesellschaft 1902, „Leitfaden des Röntgenverfahrens“, Allgemeine ärztliche Zentralzeitung, 1902, Verhandlungen des Radiologen-Kongresses in Bern etc. etc.) eine Methode ersonnen, ohne Änderung des Vakuums lediglich die Durchdringungsfähigkeit der X-Strahlen zu ändern. Zwei Jahre später wurden ähnliche, auf demselben Prinzip beruhende Vorrichtungen auch von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und von Reiniger, Gebbert & Schall eingeführt.

Näheres über das Prinzip, das auf Veränderung des Entladungspotentials der Anionen beruht, findet sich in einem Teil der oben

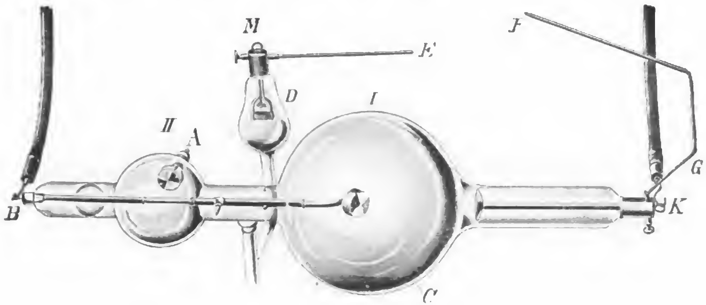


Fig. 4

angeführten Arbeiten. Diese Konstruktion, die sogenannte Idealröhre, die in nahezu 1000 Exemplaren in Betrieb ist, gestattet also, ohne Änderung des Vakuums, also ohne Beeinträchtigung der Röhrenqualität die Durchdringungskraft der Strahlen in gewissen Grenzen während des Betriebes zu ändern. Das hat viele Vorteile, insbesondere in der inneren Medizin, wo es geradezu notwendig ist, die Penetrationskraft der Strahlen dem Detail anzupassen, das man gerade sehen will. Man kann dann während der Durchleuchtung die mehr weniger dichten Partien nacheinander hervortreten lassen, so dass man zuerst die Rippen, dann Details in Lunge und Bronchien sieht. Insofern ist also Regenerierung und Regulierung verschieden.

Es sollen nun kurze Beschreibungen folgen über die Röhrentypen, die wir in langen Versuchen und Erfahrungen als die besten erkannt haben.

Digitized by Google

a) Die Röhre von Dr. Rosenthal. Speziell für momentane, starke Belastung sehr gut, also für recht helle Durchleuchtungen, Aufnahme mit ganz kurzer Exposition. Das Vakuum hält sich ausserordentlich lange sehr konstant. (Fig. 1 und 4.)

b) Die Röhre nach Dr. Levy. Nicht für momentan starke Belastung geeignet. Dagegen vorzüglich für Aufnahmen mit reichlich bemessenen Expositionszeiten. Ganz besonders auch für Therapie. Die Röhre ist mit Villardscher Regenerierung ausgestattet. Die Konstanz bei schwacher Belastung ist gut. Für alle nicht forcierten Betriebe.

Die Röhre wird in einem zweiten Modell auch mit Wasserkühlung eingerichtet und kann — unter gleichen Verhältnissen dann noch länger eingeschaltet werden. (Fig. 2.)

c) Die Müllersche Röhre, mit Glimmerregenerierung und starker Antikathode. Eine technisch sehr gut durchkonstruierte Röhre. Besonders zeichnet sie sich durch gute Antikathodenstellung und lange, durch die jedenfalls sehr geschickte Herstellung herbeigeführte Haltbarkeit aus. Die Glimmerregenerierung funktioniert recht gut. — In der Belastungsmöglichkeit steht sie zwischen der Rosenthalschen und der Kontraströhre. Die angebrachte Härtevorrichtung durch Zerstäubung sollte man selten benützen. (Fig. 3.)

d) Die „Ideal“-Röhre. In ihrer Konstruktion weicht sie weit von allen bisherigen Methoden ab. An Hand des Vortrages von Ingenieur Dessauer im Internationalen Kongress für Radiologie in Bern sei die Konstruktion hier in wenigen Worten wiedergegeben:

„Einige neuere Anschauungen fassen den Prozess der X-Strahlenbildung als einen elektrolytischen auf, als eine Dissoziation, analog der, wie sie sich in elektrolytischen Zellen abspielt. Es bilden sich aus den Gasmolekülen positiv und negativ geladene Jonen; die an der Kathode auftretenden werden zur Antikathode hingeschleudert, entladen sich dort und treten als Elektronen oder sogenannte Korpuskeln ins Freie. Diese Elektronen sind die X-Strahlen (Waltersche Theorie).

Weit entfernt, diese Anschauung als sicher aufzufassen oder ihre Unanfechtbarkeit zu behaupten, gelangte ich auf Grund derselben zu Folgerungen und Erkenntnissen, die der Konstruktion der von Herrn Gundelach und mir erfundenen Röhre zugrunde liegen und die in exaktem Experimente eine überraschende Bestätigung finden.

Man gelangt zunächst auf Grund der Dissoziationshypothese zu einer durchaus einleuchtenden Vorstellung über die bekannten Zusammenhänge zwischen Höhe des Vakuums einer Röhre, Potentialdifferenz der Elektroden, Widerstand der Röhre und Durchdringungsfähigkeit der X-Strahlen.

Digitized by Google

Fasst man nämlich die Vorgänge in der Röhre als Dissoziationsvorgänge auf, so muss man den Gasrest als Elektrolyten ansprechen.

Bei einer jungen, weichen Röhre entspricht die relativ reichlich enthaltene Luft einem Elektrolyten von gutem Leitvermögen, oder, wenn wir wollen, einem reichlichen Elektrolyten. Der Bildung der Jonen setzt sich kein sehr grosser Widerstand entgegen, es ist ohne Aufwand erhöhter Spannung möglich, reichliche Jonenbildung herbeizuführen, das Potential der Entladung der Jonen ist gering.

Bei zunehmender Verdünnung verhält sich der Gasrest wie ein Elektrolyt von immer geringerem Leitvermögen (bezw. immer geringerer Menge). Der Jonenbildung setzt sich grösserer Widerstand entgegen, die aufzuwendende Spannung wird grösser, und es wächst das Entladungspotential der negativ geladenen Jonen.

Im ersteren Falle ist die Durchdringungskraft der X-Strahlen gering, und sie nimmt zu mit der zunehmenden Luftleere, mit dem wachsenden Entladungspotential der Jonen.

Diese Ueberlegung brachte mich auf den Gedanken, dass zwischen dem Entladungspotential der Jonen und der Durchdringungsfähigkeit der X-Strahlen ein Zusammenhang bestehe, so zwar, dass die Durchdringungsfähigkeit wächst mit Erhöhung des Entladungspotentials.

Wir umgaben die Antikathode mit einem Glaszylinder, der einen Blechkörper trägt. Diese Anordnung wirkt als Leydenerflasche, den inneren Belag derselben stellt der Antikathodenkörper dar mit einer positiven Ladung. Der Metallzylinder wird negativ geladen, und diese Ladung ist um so grösser, als die negativ geladenen herandringenden Anionen — nach Hittorf und Puluy — dem entgegenstehenden Rohre eine intensive statische Ladung mitteilen.

Die negativen Jonen werden bei ihrem Herandringen und Eindringen in das Rohr durch dessen gleichfalls negative Ladung abgestossen. Es erhöht sich der Widerstand der Röhre, die Potentialdifferenz der Elektroden. Mit dieser Erschwerung der Jonenbildung wächst das Entladungspotential der negativen Jonen. Ist nun die Voraussetzung richtig, so müsste sich hierbei die Durchdringungskraft der X-Strahlen bei gleichem Vakuum erhöhen. Dies lässt sich ohne weiteres nicht nachweisen. Es müsste eine Möglichkeit gegeben sein, die Leydenerflaschenwirkung wieder zu beseitigen, das Entladungspotential der Jonen zu erniedrigen.

Dies ist ermöglicht durch die oberhalb des äusseren Belages angeordnete Hilfsanode. Erhält dieselbe Elektrizität zugeführt, so entstehen hier positive Entladungen, die ihren gegenüberstehenden Aussenbelag der Leydenerflasche entladen, in mehr oder weniger hohem Masse, je nachdem die Hilfsanode einen mehr oder weniger grossen Teil des Stromes erhält.

Ist nun die Annahme richtig, so muss durch diese Beseitigung der Ladung, des Widerstandes, der der Jonenbildung entgegensteht, durch

Digitized by Google

diese Erniedrigung ihres Entladungspotentials die Durchdringungsfähigkeit der Strahlen ermässigt werden.

Und, meine Herren, das Experiment bestätigt dies in ganz überraschender Weise, solange die Röhre noch weich ist. Durch Regulierung der Blendenladung mit Hilfe des rechts angebrachten Funkenwiderstandes regulieren wir in eminenter Weise die Durchdringungsfähigkeit der Strahlen. Man kann eine weiche Röhre, deren Strahlen kaum die Aussenkonturen der Hand zeigen, so regulieren, dass ihre Strahlen eine gute Brustdurchleuchtung ergeben.“

Wie also schon die Beschreibung*) sagt, sind die Charakteristika: gute Zentralprojektion, scharfe Bildgabe und Regulierbarkeit. Hinsichtlich der Belastungsmöglichkeit steht diese Röhre etwas über der Kontraströhre, die Vakuumkonstanz ist dieser gleich. Die Röhre besitzt Villardsche Regenerierung. Für alle Aufnahmen, mit Ausnahme der Momentaufnahmen mit stärkster Belastung, für feine differentiierte Durchleuchtungen, für Durchleuchtung feiner Details.

e) Die Riesenröhre. Um eine Röhre von gleichen Eigenschaften wie d), aber recht grosse Lebensdauer, zu schaffen, haben Dessauer und Gundelach die gleiche Röhre in besonders riesigen Dimensionen gebaut. Hierdurch erreicht man eine sehr grosse Konstanz, eine ausserordentliche Lebensdauer und eine grössere Belastungsmöglichkeit. Dieses Modell ist wohl die vollkommenste jetzt existierende Röhre, aber die Konstruktion ist teuer, was freilich durch die lange Lebensdauer reichlich ersetzt wird. Bis zur Hellglut der Antikathode darf man weder diese noch die einfache Idealröhre beanspruchen.

Regeln zur Behandlung aller Röhren seien noch nachstehend angegeben:

I. Man belaste die Röhre nicht mehr durch Strom, als absolut zu einer Durchleuchtung oder Aufnahme nötig ist. Mit langer Exposition und schwachem Strome arbeitet man viel besser — wenn das Objekt ruhig liegt — als mit starkem Strom und kurzer Exposition.

II. Man schütze seine Röhren unter allen Umständen vor der Schliessungsinduktion, den schädlichen in verkehrter Richtung hindurchgehenden Induktionsstössen, die sich durch unregelmässige, fluoreszierende Ringe und Flecke in der Röhre sichtbar machen. Solange diese Schliessungsinduktionserscheinungen, hauptsächlich bei Instrumentarien mit grossen Funkenlängen, sich zeigen, ruiniert man die Röhren. Man sollte so gar

*) Vergl. auch Allgemeine med. Zentralzeitung, Heft 45, 1902.

Digitized by Google

nicht arbeiten, sondern ein Instrumentarium nicht benutzen, so lange sich die Schliessungsinduktion stark geltend macht.

III. Hat man einer Röhre mit Villardscher Regenerierung Gas zugeführt, so benutze man sie nicht gleich wieder, sondern lasse sie einige Zeit (1 Stunde) ruhen, wenn es geht.

IV. Alle Methoden, Röhren durch Vakuumänderung härter zu machen — wozu auch das beliebte Verkehrtschalten gehört — vermeide man möglichst.

Ein Mittel um die Schliessungsinduktion zu beseitigen. Die Schliessungsinduktion (Näheres siehe „Leitfaden des Röntgenverfahrens" von Ingenieur Friedrich Dessauer und Dr. med. B. Wiesner, erschienen bei Vogel & Kreienbrink, Berlin 1903) ist von allen Schädlingen im Arbeiten der Röntgenapparate der bedenklichste. Es liegt viel an den Apparaten, ob dieses störende Moment sich stärker oder schwächer bemerkbar macht. Immer wird es hervortreten, trotz der besten Konstruktion der Apparate bei weichen Röhren und Instrumentarien grösserer Funkenlänge als 30 cm, sodann bei allen Betrieben mit Elektrolytunterbrechern und primären Spannungen von über 60 Volt, auch bei Quecksilberunterbrechern.

Dr. Levy und Gundelach haben ein einfaches, billiges und ganz vorzügliches Mittel zur Reduzierung der Schliessungsinduktion angegeben, das keinem Instrumente mit Schliessungsinduktion fehlen sollte. Dieses Mittel, die Drosselröhre oder Ventilröhre, ist heute viel angewendet, ihr Prinzip dagegen noch sehr wenig bekannt.



Fig 5.

Sie stellt keineswegs einen einfachen in den Sekundärkreis eingeschalteten Widerstand vor, sondern funktioniert tatsächlich in der Art eines Ventiles. Sie lässt den Strom nur nach einer Richtung ohne besonderes Hindernis hindurchtreten und setzt in der anderen Richtung dem Durchgange einen starken Widerstand entgegen.

Die zugrunde liegende Idee ist folgende: Schliesst man die eine Elektrode einer hochevakuierten Röhre in einen engen Hals ein, während man die andere möglichst frei anbringt, so passiert der Strom nur in der Richtung von der

Digitized by Google

eingeschlossenen zur freistehenden Elektrode. Umgekehrte Impulse, die von der freistehenden zur eingeschlossenen Elektrode verlaufen, machen die letztere zur Kathode, zum Austrittspunkte (καθ᾽ὁδός) des Stromes. Die dabei entstehenden Kathodenstrahlen laden die dicht daneben liegende Glaswand negativ elektrisch und diese negative Ladung stösst die gleichfalls negativ elektrischen Kathodenstrahlen ab, unterdrückt sie bei ihrem Auftreten und damit den ganzen Stromstoss. Man schaltet also die Drosselröhre so ein, dass die Schliessungsinduktion die eingeschlossene Elektrode zur Kathode macht. (Fig. 5.)

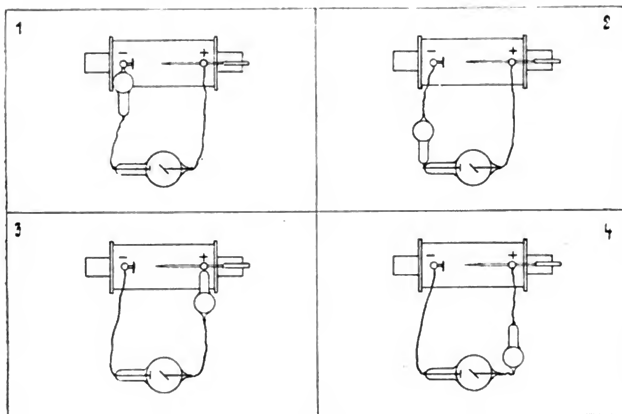


Fig. 6.

Das Vakuum der Drosselröhre muss so hoch sein, dass Kathodenstrahlen entstehen; es muss also grünliche Fluoreszenz der Glaswände auftreten, daneben darf auch noch etwas bläuliches (Anoden-) Licht bemerkbar sein.

Die Drosselröhre erspart ausserordentlich viel Röhrenmaterial — 10 bis 60 % des gesamten Röhrenverbrauches, je nach Konstruktion des Apparates und sie verbessert in vielen Fällen durch Beseitigung von Nebenzentren in der Röhre die Bildqualität. Natürlich muss sie richtig eingeschaltet sein, so wie es die 4 Skizzen zeigen, denn sonst lässt sie die Schliessungsinduktion ungehindert passieren und schwächt die Öffnungsinduktion ab. (Fig. 6.)

Digitized by Google

Die Lebensdauer der Drosselröhre ist sehr gross. Sie wird mit Villardscher Regenerierung gebaut. — Die Drosselröhre wird bei starker Belastung an der Stelle, wo sie wirkt (enger Glashals), warm. Man lasse die Erwärmung nicht zu bedenklichem Masse anwachsen. Muss man sehr starke Ströme verwenden, so kann man zwei Drosselröhren parallel schalten.

B. Sammelreferate.

Zweiter Bericht über die Fortschritte der Elektrophysiologie.

Von Prof. **H. Boruttau** in Göttingen.

Seit meinem letzten Bericht über die Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrophysiologie (diese Zeitschrift, Aprilheft 1902) ist, die elektrischen Erscheinungen am Muskel betreffend, kaum Neues[1]) erschienen, um so mehr wichtige Arbeiten dagegen, welche die Elektrophysiologie des Nerven behandeln. Wie schon voriges Mal, so glaube ich auf die Berichterstattung über diejenigen Abhandlungen, welche die Methodik und die Gesetze der elektrischen Nervenreizung betreffen, hier verzichten zu können, zumal da ein grosser Teil der hierher gehörigen Streitfragen gerade in dieser Zeitschrift im Original oder in Kongressberichten behandelt worden ist (Hoorweg, Dubois, G. Weiss u. a.) und ich auf Wunsch des Herausgebers derselben Gelegenheit haben werde, an anderer Stelle ausführlich darauf zurückzukommen; dagegen muss hier von einigen anderen Arbeiten die Rede sein, welche allgemeine Eigenschaften der Nervenfaser betreffen und mit ihren elektromotorischen Erscheinungen nur mittelbar oder gar nicht im Zusammenhange stehen.

Ueber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Elektrotonus ist eine neue Arbeit von M. Gildemeister und Otto Weiss[2]) erschienen: nachdem der letztere zusammen mit Hermann bereits im Jahre 1898[3]) für den physikalischen Ausdruck des Elektrotonus, die „extrapolaren elektrotonischen Ströme“ vermittelst des Rheotoms gefunden hatte, dass seine Fortpflanzungsgeschwindigkeit erheblich grösser sei als die der Erregungswelle (im Gegensatz zu den von Bernstein sowie vom Ref. seinerzeit mit derselben Methode erhaltenen Ergebnissen), wurde jetzt der alte Gedanke, dass, falls dies der Fall sei, er die Erregungswelle müsse überholen können, aufs neue verfolgt und zwar in allerexaktester Weise unter Anwendung des bis jetzt zu physiologischen Zwecken noch nicht benutzten Helmholtzschen Pendelunterbrechers; das Ergebnis geht

---

[1]) Durig (Pflügers Archiv, Bd. 97, S. 457) fand die von Garten und Buchmann beschriebenen rhythmischen Aktionsströme am wasserarmen Muskel als normalen Effekt eines Einzelreizes.

[2]) Pflügers Archiv, Bd. 94, S. 509; 1903.

[3]) Ebenda, Bd. 71, S. 237; 1898.

Digitized by Google

mit voller Schärfe dahin, dass der physiologische Ausdruck des Elektrotonus unvergleichlich viel schneller sich ausbreitet, als die Erregungswelle, so dass in der Tat eine bereits zum Muskel ablaufende Erregung durch den später zentral von der Reizstelle erzeugten Elektrotonus eingeholt werden kann. K. Bürkers[1]) Beiträge zur Physiologie des Elektrotonus betreffen hauptsächlich die sog. „depressive Kathodenwirkung" (Abweichung vom Pflügerschen Gesetz): im Gegensatz zu Werigo zieht er im Sinne der Kernleitertheorie eine Anhäufung von Anionen in der „Grenzschicht" als sekundärer Elektrode unterhalb der eigentlichen Kathode des konstanten Stroms als Ursache der depressiven Kathodenwirkung mit Recht heran; ferner behandelt er einige Erscheinungen an künstlichen Kernleitermodellen, welche besonders den Unterschied der Polarisationsstärke an beiden Elektroden betreffen.

Dass bei den marklosen Nerven wirbelloser Tiere (Mollusken, Gastropoden) beide extrapolare elektrotonische Ströme, der anodische und kathodische, in der Tat stets vorhanden sind, wenn auch in sehr verschiedenem Stärkeverhältnis, je nach der Tierart usw., wie Ref. seinerzeit im Gegensatz zu Biedermann gefunden hatte, ist nunmehr auch durch M. Mendelssohn[2]) in auf der biologischen Station zu Arcachon angestellten Versuchen bestätigt worden; eine andere kleine Mitteilung[3]) desselben Autors besagt, dass der sog. Axialstrom des Nerven bei der Reizung so gut wie der gewöhnliche „Demarkationsstrom" negative Schwankung zeigt. Von weiteren Untersuchungen betreffend den Elektrotonus am marklosen Nerven wird weiter unten die Rede sein.

Bereits im letzten Bericht war von Untersuchungen über die gegenseitige Beeinflussung mehrerer Reizwirkungen am selben Nerven (sog. Interferenzerscheinungen), insbesondere seitens Wedenskys und des Referenten selbst, Erwähnung geschehen; diese Dinge sind nunmehr vermittelst der myographischen Methode weiter verfolgt worden durch F. B. Hofmann in Leipzig; zwei seiner Abhandlungen[4]), mit S. Amaya (aus Japan) zusammen veröffentlicht, betreffen erstens die Tatsachen hinsichtlich der s. Zt. von Kaiser beschriebenen anscheinenden Hemmungen am Nervenmuskelpräparate bei gleichzeitiger chemischer und elektrischer Nervenreizung, zweitens die Versuchsanordnung, bei welcher ein durch Faradisierung des Nerven an einer Stelle gesetzter Tetanus jedesmal abgeschwächt und nicht verstärkt wird, wenn einer andern oder auch derselben Nervenstelle gleichzeitig noch die faradischen Ströme eines zweiten Induktoriums zugeführt werden: Diese Erscheinung entspricht der schon seit langem von Wedensky beschriebenen, dass Verstärkung ein und derselben faradischen Reizung unter gewissen Umständen den Tetanus abschwächt oder gänzlich aufhebt, statt ihn zu verstärken: diese letztere Erscheinung ist weiterhin genauer analysiert worden in Hofmanns „Studien über den Tetanus", deren erste[5]) den Einfluss der Reizfrequenz, deren zweite[6]) den Einfluss der Reizstärke auf den Tetanusverlauf bei indirekter Muskelreizung behandelt: Die sowohl am Frosch, wie auch am Kaninchennerven angestellten

[1]) Ebenda, Bd. 91, S. 373; 1902.
[2]) Comptes Rendus, 17. Juni 1901.
[3]) Ebenda, 20. November 1899.
[4]) Pflügers Archiv, Bd. 91, S. 413 und 425.
[5]) Ebenda, Bd. 93, S. 186.
[6]) Ebenda, Bd. 95, S. 484.

Digitized by Google

Versuche ergeben, dass Steigerung der Reizfrequenz, wie auch (bei hohen Frequenzen) der Reizstärke über einen gewissen Betrag hinaus Absinken der Tetanushöhe und schliesslich Auftreten von „Anfangszuckung" statt des Tetanus bewirkt, insbesondere bei Vergiftung der Versuchstiere mit Aether oder kleinen Dosen Curare, sowie mit zunehmender Ermüdung der Muskeln in zunehmendem Masse (d. h. bei immer niedrigen Reizfrequenzen resp. -Stärken): die für jeden halbwegs eingeweihten sich hieraus ergebende Vermutung, dass die Beeinflussung des zeitlichen Verlaufs der „Reizwellen" im Nerven einerseits und der Empfindlichkeit der motorischen Nervenendigungen für dieselben andererseits die Grundlage dieser Erscheinungen bilde, ist neuestens durch eine dritte Versuchsreihe Hofmanns zur Gewissheit geworden, über welche derselbe bisher aber nur mündlich auf der Kasseler Naturforscherversammlung im September 1903 vorläufige Mitteilung gemacht hat. Wedensky selbst hatte inzwischen als Grundlage aller dieser Erscheinungen einen besonderen abnormen Zustand angenommen [1]), in welchen der Nerv durch starke Reizung, sowie durch Narkotika und andere Gifte an Ort und Stelle dieser Einwirkungen versetzt wird, welchen Zustand er als „Parabiose" bezeichnet: solche Nervenstellen verhalten sich ebenso wie mechanisch verletzte und absterbende Partieen „negativ" (richtiger elektropositiv) gegen ihre normale Umgebung); durch die „Parabiose" sucht Wedensky auch gewisse bei Gelegenheit früherer Arbeiten über Trennung von Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit beobachtete paradoxe Erscheinungen zu erklären, insofern in einem gewissen Stadium seiner „Parabiose" die Leitung starker Erregungen durch die affizierte Nervenstrecke aufgehoben, diejenige schwacher dagegen noch möglich sein soll.

Auf einem ganz anderen Wege gelangte man zur Untersuchung des nämlichen Erscheinungsgebietes im Verlaufe von Untersuchungen, welche unter Verworns Leitung im Göttinger physiologischen Institut unternommen wurden und ihren Ausgangspunkt von Erfahrungen über den Stoffwechsel der nervösen Zentralorgane genommen hatten; nach Verworn [2]) beruht deren Erschöpfung wesentlich auf dem Verbrauch von Sauerstoff, und die bei normaler Tätigkeit stattfindende Sauerstoffaufnahme wird nach Winterstein [3]) durch die Wirkung der Narkotika herabgesetzt. Da nun im Sinne der Neuronenlehre Ganglienzelle und Nerv ein einheitliches Ganze darstellen, untersuchte H. v. Baeyer [4]), ob auch bei der peripherischen Nervenfaser sich ein Sauerstoffverbrauch nachweisen lasse und fand, dass in der Tat auf verschiedenem Wege, insbesondere durch langdauernden Aufenthalt in reinem Stickstoff der Nerv durch Sauerstoffentziehung vorübergehend unerregbar und leitungsunfähig werden kann; ob diese „Erstickung des Nerven" bei der Tätigkeit schneller eintritt, als in der Ruhe, liess sich bisher nicht sicher feststellen; lässt man zu dem „erstickten" Nerven wieder Sauerstoff zu, so wird er schnell wieder funktionsfähig. Nach neuen Versuchen von Fröhlich, [5]) welcher die Einwirkung des Stickstoffs mit derjenigen der Narkotika kombinierte, wird auch hier, wie bei der Ganglien-

[1]) Pflügers Archiv, Bd. 82, S. 134; Comptes rendus de l'ac. des sc., 13. Okt. und 10. Nov. 1902; Erregung, Hemmung und Narkose, Petersburg, 1901 (russisch).
[2]) Engelmanns Archiv, 1900, Supplementband, S. 152.
[3]) Verworns Ztschr. f. allg. Physiologie, Bd. 1, S. 19.
[4]) Ebenda, Bd. 2, S. 169.
[5]) Ebenda, Bd. 3, S. 75, 1903.

Digitized by Google

zelle diese Wiederaufnahme von Sauerstoff durch die Narkose verhindert, während der Eintritt der Erstickung durch die Narkotika unbeeinflusst bleibt: ja es stellte sich im Verlaufe weiterer Untersuchung des Sauerstoffsbedürfnisses des Nerven durch denselben Untersucher [1]) Analogien zwischen Erstickung und Narkose heraus, [2]) welche eben das oft bearbeitete scheinbare Unabhängigkeitsverhältnis zwischen Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit des Nerven betreffen, insofern die Leitungsfähigkeit einer einzelnen narkotisierten oder erstickten Nervenstrecke zunächst unverändert bleibt, während die Erregbarkeit allmählich sinkt, dann in einem bestimmten Augenblick die Leitungsfähigkeit völlig verschwindet, während die Erregbarkeit noch in bestimmtem Masse vorhanden ist und weiterhin allmählich abnimmt; der in diesem Augenblicke vorhandene Erregbarkeitsgrad ist von der Länge der beeinflussten Strecke abhängig, was auch für die notwendige Zeitdauer gilt. Es folgt daraus, dass bei scheinbar unveränderter Leitungsfähigkeit doch eine allmähliche Veränderung des reizleitenden Vorganges in der beeinflussten Strecke stattfindet — eine schon von Wedensky zur Erklärung des paradoxen Stadiums seiner „Parabiose“ mit Recht gemachte Annahme; die Art dieser Veränderung muss durch nähere Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der Aktionsströme in der Narkose erforscht werden, womit zur Zeit der Referent zusammen mit Fröhlich, im Anschluss an seine eigenen, früher besprochenen Arbeiten, wie auch an die soeben erwähnten der Mitarbeiter Verworns beschäftigt ist; es wird über dieselben, zusammen mit einigen soeben erst erschienenen Veröffentlichungen Wedenskys und seiner Schüler im nächsten Jahre berichtet werden können.

Was nun Arbeiten über die Aktionsströme des Nerven selbst betrifft, so hat Gotch [3]) aus der schon an sich nicht neuen Beobachtung ihrer Abnahme bei der Annäherung an eine verletzte Nervenstelle den irrigen Schluss gezogen, dass die damit verglichene erhöhte Erregbarkeit der Querschnittsruhe für die „Unabhängigkeit von Aktion und Aktionsstrom“ spreche; der hier zugrunde liegende Irrtum ist schon in Gartens gleich zu besprechenden grossen Arbeit in einer Anmerkung angedeutet worden; dass übrigens auch Gotch selbst die Erregung der Nerven, wenn auch nicht mit dem Aktionsstrom identifiziert, so durch diesen als unfehlbares äusseres Ausdrucksmittel untersucht, hat er bald darauf selbst in einer höchst bemerkenswerten Arbeit [4]) bewiesen, deren Ergebnis, dahingehend, dass der Aktionsstrom bei submaximaler Reizung sich in nichts von demjenigen eines beschränkten Faseranteils des Nerven unterscheidet, nach seiner Ansicht die Möglichkeit eröffnet, dass bei submaximaler Reizung eines ganzen Muskels oder Nerven eben stets nur ein Teil der Fasern getroffen werde, jedes einzelne Element aber gleich dem Herzmuskel dem sog. „Alles- oder Nichts-Gesetz“ gehorche, d. h. entweder gar keine oder nur maximale Reizerfolge gebe.

Seine schon bei der vorjährigen Berichterstattung über die rhythmischen Aktionsströme des Muskels rühmend erwähnte unübertreffliche Technik in der Anwendung der photographischen Registrierung der Ausschläge des Kapillar-

---

[1]) Ebenda, S. 131, 1903.
[2]) Ebenda, S. 148, 1903.
[3]) Journal of physiolagy, Bd. 28, S. 32, 1902.
[4]) Ebenda, S. 397.

Digitized by Google

elektrometers hat Garten weiterhin in grossartiger Weise auf die Untersuchung der Nervenaktionsströme angewendet: nach Erwähnung einer kleinen Mitteilung [1]) über ein Verfahren zur Ausmessung der kapillarelektrometrischen Kurven, sowie der Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit im Hecht-Olfactorius durch Nicolai[2]) und des Vergleichs eben derselben am frischen und am aufbewahrten Froschischiadicus durch Ritzschel[3]), beides unter seiner Leitung, müssen hier Gartens umfangreiche „Beiträge zur Physiologie der marklosen Nerven" Besprechung finden, welche als selbständige, mit grossartigen Lichtdrucktafeln illustrierte Schrift (Jena, Gustav Fischer, 1903) erschienen sind. Diese betreffen gleichfalls Untersuchungen am Olfaktorius des Hechtes, und zwar sowohl des Elektrotonus, als auch der Aktionsströme. In ersterer Hinsicht hat der Verfasser eine Reihe interessanter Ergebnisse erhalten, welche er gegen Waller und den Referenten im Sinne von Hering und Biedermann für eine Unterscheidung zwischen „physikalischem und physiologischem Elektrotonus" deutet; der Ref. möchte hier bemerken, dass er die geschilderten Stromschleifenerscheinungen, mögen sie nun von der „gleich- oder gegenseitigen Elektrodenlage" abhängig sein oder nicht, eben nicht als Elektrotonus anerkennen kann; andererseits hat der Verfasser die Wirkung einer ganzen Reihe von Agentien auf den Aktionsstrom des marklosen Nerven untersucht, die vom Ref. am markhaltigen Nerven gefundene Verlängerung der Schwankungsdauer durch Kohlensäure auch hier bestätigt, vor allem aber Veränderungen durch wiederholte Reizung im Sinne einer echten Ermüdung, wie schon früher am veratrinvergifteten, so jetzt auch am normalen Olfaktorius sichergestellt. In seinen theoretischen Erörterungen sucht er nun diese echte Ermüdung des Nerven gegen die Kernleitertheorien der Leitungsvorgänge im Nerven usw. ins Feld zu führen: der Behauptung, dass mit der von dem Referenten jetzt ebenfalls angenommenen Zersetzlichkeit des Nervkernleiters diese Theorie abgetan sei, vermag sich der Referent indessen nicht zu fügen und wird nächstens an anderer Stelle darauf antworten. Wegen sonstiger höchst interessanter Einzelheiten, betr. zweite Phase des Aktionsstroms bei Längsquerschnittableitung, positive Nachschwankung, „nachhinkenden" Elektrotonus müssen wir auf das Original verweisen.

Genaue Mitteilungen über die Methodik zur Beobachtung und Registrierung der (tetanischen) negativen Schwankung am herausgeschnittenen Warmblüternerven, nach Versuchen unter Wallers Leitung macht endlich Alcock.[4]) Waller selbst hat die elektromotorischen Wirkungen der Haut[5]) nach seiner Methode genauer verfolgt, mit besonderer Berücksichtigung des zu vergleichenden Verhaltens bei Frosch, Katze und Mensch — auch unter Vergleichung mit dem Verhalten des elektrischen Organs und des (Gesamt-)Auges: Die Erscheinungen an letzterem, wie auch an Pflanzenteilen wurden von ihm weiter verfolgt[6]); die von ihm entdeckten, auch an anderen Organen (Leber, Niere,

[1]) Pflügers Archiv, Bd. 89, S. 613.
[2]) Ebenda, Bd. 85, S. 65.
[3]) Ebenda, Bd. 92, S. 63.
[4]) Proceedings Royal Society, Bd. 71, S. 264; 1903.
[5]) Ebenda, Bd. 68, S. 480; Bd. 69, S. 171; Bd. 70, S. 470.
[6]) Philosoph. Transactions, B, Bd. 193, S. 123; 194, S. 183 und kleinen Mitteilungen an die Physiological Society.

Digitized by Google

Ovarium) zu beobachtenden und nach seiner Ansicht von dem lebenden Zustande derselben abhängigen, mit dem Tode erlöschenden Effekte vorheriger Durchströmung, welche er als „Blaze currents“ bezeichnet, sollen nach Durig[1]), in Gotchs Laboratorium ausgeführten Versuchen diese Sonderstellung nicht besitzen. Der zeitliche Verlauf der „photoelektrischen Schwankung“ wurde am Gesamtauge des Frosches neuerdings durch Gotch[2]) mit Hilfe des Kapillarelektrometers mit photographischer Registrierung untersucht, nachdem das s. Zt. von S. Fuchs angewendete repetierende Rheotom sich als völlig ungeeignet für diesen Zweck herausstellt: Das Auftreten elektromotorischer Wirkungen bei Belichtungsänderungen des Auges erwies sich nämlich als durchaus abhängig von vorheriger längerdauernder Adaptierung: in diesem Fall bewirkt sowohl Belichtung, als auch Aufhören derselben gleichsinnige einphasische Schwankungen mit einem Latenzstadium von 0,17—0,18 Sekunde, einer Anstiegsdauer von je nach der Belichtungsdauer wechselnder Grösse und mit längerdauernder Nachwirkung. Gotch glaubt als Grundlage dieser beiden gleichsinnigen Schwankungen zwei verschiedene photochemische Prozesse resp. Substanzen annehmen zu sollen, deren einer auf Belichtung, deren anderer auf Verdunkelung reagiert.

Gehen wir nunmehr zu den die Theorie der bioelektrischen Erscheinungen betreffenden Arbeiten über, so war bereits in dem vorjährigen Bericht auf die Bestrebungen hingewiesen worden, die „Demarkationsströme“ durch das Prinzip der Konzentrationskette zu erklären; Oker-Blom (siehe vorigen Bericht, Heft 4, 1902) wie auch Macdonald haben dabei wesentlich die Behandlung des Muskels resp. Nerven mit verschiedenartigen Flüssigkeiten angewendet und die dabei auftretenden Veränderungen der elektromotorischen Kräfte untersucht: der letztere hat inzwischen eine ausführliche, gross angelegte Abhandlung[3]) veröffentlicht, welche eine historische Einleitung enthält, in der die Alterationstheorie in heftiger, leider durchaus nicht ganz objektiver Weise angegriffen und aufs neue die „Präexistenzfrage“ gestellt wird; der Verfasser kommt auf Grund seiner Versuchsergebnisse aber auch zu keinem entscheidenden Schluss, ob die dem Demarkationsstrom zugrunde liegende Konzentrationsdifferenz eine in der Nervenstruktur präexistierende oder erst durch chemische Veränderungen infolge der Verletzung zustande kommende ist. Bequemer macht sich die Arbeit der russische Forscher Tschagowetz, dessen schon früher erwähnte, im Laboratorium von Tarchanoff ausgeführte Arbeiten, soweit sie Muskel, elektrisches Organ und Pflanzen betreffen, nunmehr in Gestalt eines umfangreichen russischen Buches[4]) vorliegen, dessen mühsames Studium den Referenten, wie er leider bekennen muss, etwas enttäuscht hat: Die Analogie der Grössenordnung der elektromotorischen Kräfte und eine Reihe wirklich primitiver Modellversuche bringen den Verfasser zur Ueberzeugung, dass alle von den klassischen Untersuchungen du Bois-Reymonds her bekannter Details in der Erscheinungsweise des Demarkations-

---

[1]) Proceedings Royal Society, Bd. 71, S. 212; 1903.

[2]) Journal of physiology, Bd. 29, S. 328; 1903.

[3]) The injury Current of Nerve, Arbeiten des Thompson-Laboratory in Liverpool, Bd. 4, Teil 2; 1902.

[4]) Grundriss der elektrischen Erscheinungen an den lebenden Geweben nach dem Gesichtspunkt der modernen physikalisch-chemischen Theorien. I. Teil. Petersburg, 1903.

Digitized by Google

stroms — schwache Längsschnittsströme, „Neigungsströme" usw. — einfach von der Kohlensäureentwicklung an der verletzten Stelle und ihrer ungleichmässigen Verteilung durch Diffusion an der Gesamtoberfläche des Objekts, je nach seiner äusseren Gestalt, herrühren.

Auf ganz anderem Wege suchte in dem bisher erschienenen ersten Teile einer grösseren Arbeit[1]) Bernstein der Frage nach der Entstehung der bioelektrischen Ströme näherzutreten, indem er nämlich die Veränderung der elektromotorischen Kraft des Muskeldemarkationsstrom mit Aenderung der Temperatur einer genauen Messung unterzog und deren Gesetzmässigkeit mit derjenigen verglich, welche bis jetzt über die Beeinflussung der Konzentrationsketten durch die Temperatur bekannt ist: er gelangt auf diese Weise zu dem Schluss, dass die „Ruheströme" der Muskeln und Nerven in der Tat Konzentrationsströme seien; ob die Konzentrationsdifferenz durch „Alteration" entstanden oder in der Organstruktur „präexistent" sei, lässt auch er, wie Macdonald, noch unentschieden und behauptet nur, dass seine bekannte „elektrochemische Molekulartheorie" (eine Kombination von Bois-Reymonds Molekular- mit der polarisatorischen Kernleitertheorie) bei Annahme der Präexistenz eines Konzentrationsunterschieds zu beiden Seiten einer „Membran" mit Leichtigkeit in eine „Membrantheorie" sich überführen lasse.[3])

Neuestens endlich unternahm Brünings[2]) im Züricher physiologischen Institut eine Experimentalkritik der Oker-Blomschen Versuche, insofern diese die Struktur der elektromotorisch wirksamer Organe nicht genügend berücksichtigen: er zeigt, dass einfache Diffusionsströme, wie zwischen Wasser und Muskel sich nicht hintereinander schalten lassen, wie dies ja von den Demarkationsströmen seit Matteucci bekannt ist.[4])

Erwähnen wir schliesslich noch, dass Querton[5]) im Solvay-Institut sich bemühte, eine von ihm beobachtete elektrische Veränderung an Oxalsäurelösung bei der partiellen Belichtung zu den bioelektrischen Erscheinungen in Parallele zu setzen, und dass Alfr. Lehmann[6]) in Kopenhagen anscheinend ohne jede Kenntnis der Literatur Versuche an „Nervenmodellen" angestellt hat, welche im wesentlichen nur eine Wiederholung der vor 9 Jahren vom Referenten veröffentlichten Kernleiterversuche sind, so dürfte damit eine ziemliche vollständige Uebersicht über die in der diesmaligen Berichtsperiode von $1^1/_2$ Jahren vorliegende elektrophysiologische Litteratur gegeben sein, welche, wie man sieht, eine recht reichhaltige ist.

Göttingen, November 1903.

---

[1]) Pflügers Archiv, Bd. 92, S. 521.

[2]) Leider erwähnt der Verfasser nicht, dass der Referent der erste war, welcher in die Kernleitertheorie (allerdings soweit sie die Aktionsströme, die Nervenleitung und den Elektrotonus betrifft) den Begriff der trennenden „Membran" eingeführt hat!

[3]) Pflügers Archiv, Bd. 98, S. 241; August 1903.

[4]) Anmerkung bei der Korrektur: Eine soeben erschienene zweite Arbeit Brünings wird im nächsten Bericht besprochen werden.

[5]) Travaux des Inst. Solvay, Bd. 6, S. 35; 1903.

[6]) Pflügers Archiv, Bd. 97, S. 148, 1903.

Digitized by Google

C. Technische Mitteilungen.

I.

Ein neuer Elektrolyt für den Wehnelt-Unterbrecher.

Von **E. Hauser.**

(La Energia Electrica, Bd. 5, No. 5, Madrid.)

Die Verwendung von Akkumulator-Säure im Wehnelt hat zwei wesentliche Nachteile, nämlich die Notwendigkeit der Anwendung hoher Spannungen und die hohe Stromstärke in der primären Spule des Induktors. Letzterer Umstand liess sich dadurch etwas beseitigen, dass die Oberflächengrösse des Platindrahts so verringert wurde, dass dieser ins Glühen gerät, wodurch die Intensität verringert wird.

Ein anderes Mittel zur Verringerung dieser nutzlos hohen Intensität besteht in der Verwendung eines Elektrolyten als Füllung, welcher die Unterbrechungszahl erhöht. Es steigt dann die Selbstinduktion der primären Spule, damit steigt die Grösse des induktiven Widerstandes und damit auch genügt im primären Kreise eine geringere Intensität, es geht weniger Energie verloren.

Am besten erfüllt diesen Zweck eine halb gesättigte Lösung von Bittersalz, leicht mit Schwefelsäure angesäuert; diese sehr leitfähige Lösung wirkt nicht ätzend und gestattet das Arbeiten mit geringer Spannung, zugleich aber funktioniert sie auch bei höheren Spannungen; H. ist bei diesen Versuchen nicht über 118 Volt hinausgegangen. Die Tabellen der Arbeit geben die Resultate der Schwefelsäure-Versuche, einer Lösung von 1,195 spezif. Gewicht, der successive immer grössere Mengen von Bittersalz oder Alaun zugesetzt wurden.

Während bei Säure der genannten Dichte der Unterbrecher erst bei 65 Volt und 26 Ampère zu funktionieren anfing, funktionierte er bereits bei 10 Volts und 5 Ampère, wenn eine Säure von 1,305 und mit 20 % Bittersalz verwendet wurde, bei 118 Volts stieg der Strom auf 12,5 Ampère; bei gleicher Spannung gab die übliche Säurelösung 25 Ampère und die Unterbrechungszahl war erheblich geringer.

Der Zusatz von Alaun bewirkt eine erhebliche Zunahme der Unterbrechungszahl schon bei geringer Spannung.

II.

Zur Konstruktion von Hochfrequenz-Apparaten.

Von **De Forest.**

(The Electrician, 27. November 1903.)

Der Verfasser gibt in dieser Abhandlung einige praktische Ratschläge für die Zusammenstellung der Sende-Apparate für drahtlose Telegraphie. Da diese Sender, was nicht oft genug wiederholt werden kann, vollkommen identisch sind mit den Resonatoren für Hochfrequenztherapie, gelten die Ratschläge auch

Digitized by Google

für die Oudin'schen Resonatoren, resp. für ihre Verbesserung; wir geben deshalb die Aeusserungen des englischen Technikers ausführlich wieder.

Es wird noch zu wenig Sorgfalt darauf verwendet, durch die Sendereinrichtung einen langen Zug nur schwach gedämpfter Schwingungen zu erzeugen. Alle Verfeinerungen der Abstimmung bei der Empfangsstation sind nutzlos, wenn jede Entladung in der Sendeeinrichtung nur drei oder vier Wellenimpulse hervorbringt. Der Fehler liegt meistens in der unvollkommenen Bauart der Apparate, sowie in mangelhafter Isolation. Die schnelle Dämpfung der ausgesandten Wellen ist 1. auf die durch Ausstrahlung von dem Luftdrahte hervorgerufenen Verluste, 2. auf Verluste infolge von Isolationsfehlern und dielektrischer Hysteresis zurückzuführen. Während die Ausstrahlung von dem Luftdrahte nutzbringend und notwendig ist, sind die Verluste der zweiten Art sehr schädlich. Isolationsfehler des Luftdrahtes werden immer in gewissem Masse vorhanden sein; sorgfältige Isolierung dieses Drahtes kann aber nicht eingehend genug empfohlen werden; weil gerade am oberen Ende des Luftdrahtes sehr hohe Potentiale auftreten. Mit einem Mantelisolator aus Ebonit oder glasiertem Porzellan, der auch bei feuchtem Wetter eine trockene Zone von möglichst grosser Oberfläche bewahrt, wird eine ausreichende Isolierung erzielt. Oberflächen mit einer noch so unbedeutenden Feuchtigkeitsschicht, ferner Holz und Stein leiten die hochgespannten Ströme mit Leichtigkeit ab. Das untere Ende des Luftdrahtes, das nur geringe Spannung hat, lässt sich verhältnismässig leicht isolieren.

Schlimmer als dies ist es, dass die bei feuchtem Wetter eintretende scheinbare Zusatzkapazität einen grossen Verlust durch Hysteresis darstellt und eine weitere Dämpfung der Wellen verursacht. Dieselbe Erscheinung, und zwar oft in noch höherem Masse, tritt in den Kondensatoren auf. Man bemerkt dann lebhaftes Büschellicht an den Enden der Zinnfolie, und es wird, namentlich wenn das Glas Blei enthält, eine bedeutende Hitze erzeugt, die gleichfalls einen entsprechenden Verlust bedeutet. Es muss daher für die Kondensatoren bestes Flintglas verwendet werden.

Im allgemeinen werden Kondensatoren (Leydener Flaschen) in Luft bevorzugt, weil die an ihnen erzeugten Büschelentladungen das Dielektrikum vor dem Durchschlagenwerden schützen. Es ist bekannt, dass das Glas einer mit Oel gefüllten Leydener Flasche verhältnismässig leicht durchschlagen wird. Trotzdem empfiehlt De Forest die Verwendung von Oelkondensatoren, weil sie keine Büschelentladungen mit ihrer stark dämpfenden Wirkung aufweisen.

Die Benutzung von Metallketten zur Herstellung der Verbindung mit der inneren Belegung ist zu verwerfen, weil zwischen den einzelnen Kettengliedern sowie zwischen Kette und Belegung kleine Funken auftreten und die Kette dadurch bald zerstört wird.

Auch die Art der Gruppierung der Leydener Flaschen zu einer Batterie ist von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit. De Forest fand z. B., dass 10 parallel geschaltete Leydener Flaschen, wenn in einer Reihe aufgestellt, nicht so kräftige Funken gaben, als wenn sie zu einem Kreise mit genau gleich langen Verbindungsdrähten geordnet wurden.

Die Erhitzung der Punkte, zwischen denen die Funken überspringen, besonders bei Verwendung von Wechselströmen zum Laden der Kondensatoren,

Digitized by Google

ist ein Zeichen der im Funken auftretenden Verluste. Je länger die Funkenstrecke, desto grösser ist der durch Erhitzung der Luftsäule entstehende Verlust. Eine einfache Methode, diesen herabzusetzen, ohne die kräftige Wirkung zu vermindern, besteht in der Benutzung einer Reihe kurzer Funkenstrecken zwischen Kugeln oder Scheiben von kleiner Krümmung. Wenn grosse Energiemengen (über 3 KW) benutzt werden, ist es gut, besondere Vorrichtungen zur Abkühlung der Umgebung der Funkenstrecken anzuwenden.

III.

Das Gesetz der elektrischen Durchschläge.

Von **C. Baur.**

(Elektrotechn. Zeitschrift, 1904, H. 1, S. 7 f.)

Vor zwei Jahren hat B. nachgewiesen,[1]) dass für Durchschläge von dielektrischen Substanzen sehr wahrscheinlich das einfache Gesetz gilt

$$V = c\, d^{2/3},$$

wo V die Durchschlagsspannung in Volt bezeichnet, d die Plattendicke in Millimeter und c eine Konstante ist, die für jedes Material einen bestimmten Wert hat.

Das Gesetz hat grosses Interesse für alle Arbeiten mit sehr hohen Spannungen (z. B. Franklinisation, Arsonvalisation).

Im nachfolgenden sind eine Anzahl von Tabellen aufgeführt, die für verschiedene Materialien und für verschiedene Dicken die beobachtete Durchschlagsspannung geben, sowie die nach der Formel berechnete. Die letzte Kolonne gibt die Differenz, die man zur berechneten Spannung zuzählen oder abziehen muss, um die beobachtete Spannung zu erhalten.

Die Konstante c ist für jede Substanz aus einer Anzahl von Beobachtungen bestimmt worden. Das Mittel derselben ist der Formel zugrunde gelegt. Diese Konstante ist die Spannung in Volt, die nötig ist, um 1 mm der Substanz zu durchschlagen, und kann somit die spezifische elektrische Bruchfestigkeit genannt werden. Die Zahl der Konstanten der Materie wird also um eine vermehrt.

1. Luft. Sinusförmige Stromwelle und Plattenelektroden. $c = 3300$ V.

Schlagweite in Millimeter	Durchschlagsspannung in Volt		Differenz in Prozent
	beobachtet	berechnet	
0,67	2000	2500	—20
1,59	4000	4500	—11
2,53	6000	6100	— 1,7
3,60	8000	7800	+ 2,4
4,80	10000	9400	+ 6,3
6,46	12000	11500	+ 4,2
10,20	15000	15600	+ 3,8

---

[1]) „Electrician", 6 September 1901.

Digitized by Google

Warren de la Rue und H. Müller[1]) haben eine für Batteriestrom und Plattenelektroden gültige Reihe aufgestellt. Dividiert man die Spannungen derselben mit $\sqrt{2}$, um sie mit sinusförmigem Wechselstrom vergleichen zu können, so sind die Abweichungen von obiger Reihe nicht sehr bedeutend. Der Formel genügt sie mit der Konstanten $c = 3400$ V. Die Beobachtungen gehen von 0,205 bis 3,378 mm.

Von Lord Kelvin[2]) liegen zwei Reihen vor, die ebenfalls für Batteriestrom und Plattenelektroden gültig sind. Behandelt man sie in der gleichen Weise, so genügen sie der Formel mit den Konstanten 2640 und 2700. Die Beobachtungen gehen von 0,025 bis 1,5 resp. 0,086 bis 1,325 mm.

Als mittlere elektrische Bruchfestigkeit für Luft zwischen Plattenelektroden und sinusförmigem Wechselstrom kann man also rund 3000 V festsetzen.

Eine neue Beobachtungsreihe von gewaltigem Bereich ist dem Komitee für Normalien des American Institute of Electrical Engineers zu verdanken.[3]) Dieselbe ist gültig für einen sinusförmigen Wechselstrom und für scharfe, einander gegenüberstehende Nadelspitzen als Elektroden. Die Formel ist mit $c = 2400$ V auf diese Reihe angewendet worden. In der nachfolgenden Tabelle sind Beobachtungen und Berechnungen zusammengestellt.

Schlagweite in Millimeter	Durchschlagsspannung in Volt		Differenz in Prozent
	beobachtet	berechnet	
5,7	5000	7000	—35
11,9	10000	12000	—20
25,4	20000	20000	3,4
41,3	30000	28000	+ 4,5
62,2	40000	38000	+ 5,2
118	60000	58000	+ 3,6
180	80000	77000	+ 4,0
244	100000	94000	+ 6,3
301	120000	107000	+12
354	140000	120000	+17
380	150000	126000	+19

Spitzenelektroden verlangen also, wie längst bekannt, eine kleinere Spannung als Plattenelektroden, um dieselbe Distanz zu überspringen, doch ist der Unterschied nicht so bedeutend, als man bisher geglaubt hat.

Eine Kritik der Formel, an Hand der obigen Beobachtungen, ergibt, dass die Konstante mit zunehmender Schlagweite grösser wird. Dies erklärt, warum

---

[1]) Mascart und Joubert. 1888. II. S. 187.

[2]) A. a. O. S. 184.

[3]) „Electrician". LII. S. 78. 6. November 1903.

Digitized by Google

die Konstante für Lord Kelvins Reihen kleiner ist als für die zwei anderen. Sie gelten für Schlagweiten, die zum grössten Teil unter 1 mm liegen.

Eine Anwendung der Formel lässt annähernd die Spannung des Blitzes bestimmen. Wäre die Schlagweite eines solchen z. B. ein Kilometer, so hätte man $d = 10^6$ mm und mit $c = 3000$ angenommen, erhält man $V = 3 . 10^7$. Die Spannung eines Blitzes von einem Kilometer Länge ist also annähernd 30 Mill. V. Infolge Zunahme der Konstanten mit wachsender Schlagweite wird sie in Wirklichkeit gegen 40 Mill. V. sein. Die Spannung zwischen den Enden des Blitzes macht 30 bis 40 V pro Millimeter.

2. Glimmer. Nach Beobachtungen von Th. Gray.[1] Wechselstrom und Plattenelektroden. $c = 58\,000$ V.

Dicke in Millimeter	Durchschlagsspannung in Volt		Differenz in Prozent
	beobachtet	berechnet	
0,1	11500	12500	—9
0,2	19000	19800	—4
0,5	37000	36600	+1
0,8	52000	52000	0
1,0	61000	58000	+5

3. Paraffin. Nach Beobachtungen des Herrn Ing. W. Weicker von der Porzellanfabrik Hermsdorf S.-A. Sinusförmiger Wechselstrom und Plattenelektroden. Konstante für die Formel $c = 20\,000$ V.

Plattendicke in Millimeter	Durchschlagsspannung in Volt		Differenz in Prozent
	beobachtet	berechnet	
1	27000	20000	+35
2	39000	32000	+22
4	56000	50000	+12
6	68000	66000	+ 3
8	78060	80000	— 2
10	87000	93000	— 6
12	95000	105000	— 9
14	102000	116000	—12

4. Hartporzellan. Nach Beobachtungen der Porzellanfabrik Hermsdorf S.-A.[2] Beobachtungsverhältnisse wie unter 3. Konstante für die Formel $c = 18\,000$ V.

---

[1]) „Journal Inst. El. Eng.", London, No. 150, 1901, S. 641 und „Electrician". XLVI, S. 830.

[2]) „ETZ". XXIV, S. 800. 24. September 1903.

Digitized by Google

Plattendicke in Millimeter	Dnrchschlagsspannung in Volt		Differenz in Prozent
	beobachtet	berechnet	
1	13600	18000	—24
2	25200	28700	—12
3	35200	37600	— 6
4	44300	45400	— 2
5	53000	53000	0
6	61000	60000	+ 2
7	69000	66000	+ 4
8	77000	72000	+ 7
9	84000	79000	+ 6
10	92000	84000	+ 7
11	98000	90000	+10

5. Andere Substanzen. Dr. Walter[1]) hat für eine Anzahl von Isoliermaterialien experimentell nachgewiesen, dass das Verhältnis der Schlagweite d in Luft (als relatives Mass der Spannung, die den Durchschlag herbeiführt) zu der Plattendicke $\triangle$, die durchschlagen wird, eine konstante Grösse c_1 ist, also unabhängig von der Plattendicke. Es ist also

$$d = c_1 \triangle ,$$

und die Durchschlagskurve dieser Materialien wird erhalten, indem man in der Kurve für Luft die Schlagweiten mit c_1 dividiert aufträgt. Setzt man den Wert von d in B^1s in Formel ein, so ist die Gleichung derselben

$$V = c \, . \, c_1{}^{2}/_{3} \, . \triangle {}^{2}/_{3} = \text{const.} . \triangle {}^{2}/_{3} \, .$$

Sie ist also auch für die von Dr. Walter untersuchten Materialien gültig. Hätte er seine Spannungen in Volt statt in Schlagweiten gegeben, so könnte man die elektrische Bruchfestigkeit $= c \, . \, c_1{}^{2}/_{3}$ direkt für diese Materialien berechnen.

D. Literatur-Bericht.

I. Auszüge und ausführliche Referate.

G. Galeotti. Neue Untersuchungen über die elektrische Leitfähigkeit und den osmotischen Druck der tierischen Gewebe. (Zeitschrift für Biologie, Bd. 27, PP. 65—78, 1903.)

Wir haben im vorigen Jahrgange eine frühere Arbeit des Verfassers über Leitfähigkeit der Gewebe referiert, aus der sich ergab, dass die Leitfähigkeit nach dem Absterben des Zellprotoplasmas abnimmt. G. schloss daraus auf eine Abnahme der Zahl der freien Jonen beim Zelltode.

[1]) „ETZ“ 24. September 1903, S. 796.

Digitized by Google

In der vorliegenden Arbeit berichtet er über die Untersuchung des Verhaltens sowohl der Leitfähigkeit wie des osmotischen Drucks von Organen sowohl im lebenden, wie im toten Zustande und ferner bei beginnender Fäulnis; er wollte ermitteln, ob die Veränderung der Jonenkonzentration beim Absterben von einer Verändernng der totalen molekularen Konzentration desselben begleitet ist. Untersucht wurden vorwiegend Herz und willkürliche Muskulatur von Schildkröten und Fröschen.

Die Bestimmung des osmotischen Drucks geschah durch Bestimmung der Gewichtsveränderung von Stücken, die gewisse Zeit in Lösungen verschiedener Konzentration gebracht worden waren. Die hier nicht weiter interessierende Methode dieser Bestimmungen kann im Original eingesehen werden, lehnt sich übrigens an die aus den Lehrbüchern bekannten Methoden von Loeb und Bottazzi an. (Es wurden dazu acht Lösungen von NaCl verwendet, deren Gefrierpunkt um je 0,06 gr von einander abwichen.) Es ergab sich, dass beim Uebergange vom Leben zum Tode durch Gefrieren die elektrische Leitfähigkeit von Herz-, Milz- und Muskelgewebe sich um 30, 98 — 41, 95 und 44, 93 % verringert. Dagegen blieb die molekulare Konzentration fast unverändert. Daraus folgt also, dass die bei dem Absterben des Protoplasmas eintretenden Reaktionen derart sind, dass sich die Zahl der freien Jonen vermindert, während die Zahl der osmotisch aktiven Moleküle sich nur in minimalstem Masse vermindert. Bei Eintritt der Fäulnis nehmen beide untersuchten Gewebsbestandteile erheblich zu.

R. J. Strutt. Ueber die intensiv penetrierenden Strahlen des Radiums. Proceedings of the Royal Society, Bd. 72 (S. 208—210).

Wir haben in diesen Blättern schon den ersten und dann allen weiteren wichtigen Publikationen über die strahlende Materie einen grösseren Raum eingeräumt, was nicht nur durch das hohe theoretische Interesse dieser Erscheinungen, sondern auch durch ihre grosse therapeutische Bedeutung gerechtfertigt ist. Wir werden auch weiterhin über diese Forschungen berichten und gehen heute auf die Untersuchungen von Strutt ein.[1] Dieselben beschäftigen sich ausschliesslich mit den sog γ-Strahlen des Radiums.

Bekanntlich entsendet Radium drei Arten von Strahlen, von denen die ersteren positive Ladung mit sich führen und stark von festen Körpern absorbiert werden, die zweite Gattung stärker penetrieren und negative Ladung führen, die γ-Strahlen sehr stark penetrieren und gar keine elektrische Ladung führen.

Diese untersuchte S. unter Kautelen, die den Ausschluss der beiden anderen Strahlenarten garantieren und mass dann die Geschwindigkeit der Entladung in verschiedenen Gasen unter dem Einflusse dieser Strahlen. Die so gefundenen Werte waren dann nahezu proportional den Dichten der Gase, Wasserstoff ausgenommen. Für die Röntgenstrahlen gilt jedoch ein ganz anderes Gesetz.

Man neigte bisher zu der Annahme, dass die γ-Strahlen Röntgenstrahlen sind, erzeugt durch das Auffallen von β-Strahlen auf das Radium. Die β-Strahlen würden analog den Kathodenstrahlen in einer evakuierten Röhre

Digitized by Google

Röntgenstrahlen erzeugen, wenn sie auf einen festen Körper stossen, und diese Röntgenstrahlen hätten dann eine viel grössere Penetration, als die β-Strahlen.

Die Untersuchung von Strutt zeigt nun aber, dass sich die γ-Strahlen in einer Beziehung ganz anders verhalten, als die X-Strahlen, dass sie darin vielmehr den α- und β-Strahlen ähnlich sind. Es ist also doch denkbar, dass sie aus Korpuskeln bestehen, die elektrisch nicht geladen sind; letzteres würde auch das Fehlen der Ablenkbarkeit durch den Magneten erklären.

Pfeiffer und **Friedberger.** Die bakterizide Wirkung der Strahlen des Radiums. (Berliner klinische Wochenschrift, 1903, No. 30.)

Die Versuche sind mit 25 Milligramm Radium ausgeführt, die in eine mit Glimmer umgebene Hartgummikapsel kamen; die Kapsel schloss eine Kupferblechhülse mit einer zentralen Oeffnung ein. Die von diesem Präparate ausgehenden Strahlen waren imstande, eine Kupferplatte von 6 mm Dicke zu durchdringen. Die Gelatine, in der Kulturen sich entwickeln sollen, wird durch die Radiumstrahlen in keiner die Entwicklung hindernden Weise beeinflusst. Exponiert man 16 Stunden alte Cholerakulturen dem Radium, so bleibt Bazillenentwicklung aus, wenn man den Impfstoff der Stelle der Kultur entnimmt, welche der zentralen Oeffnung der Kupferhülle ausgesetzt war. Anthrax-Sporen sterben nach dreitägiger Exposition ab.

Hoffmann. Die bakterizide Wirkung der Radiumstrahlen. (Hygienische Rundschau, XII, 18.)

Hoffmann machte auf Anregung von Rubner Versuche mit 5 Milligramm reinem Radiumbromat. Das Radium wurde bei einer Temperatur von 33° im Brütofen in eine Entfernung von $3^1/_2$ mm von den Kulturen gebracht und drei Stunden darin gelassen. Nach weiteren 24 Stunden liess sich mikroskopisch feststellen, dass die der Wirkung des Präparats ausgesetzten Stellen keine Kolonien zeigten und dass alle Sporen vollständig zerstört waren. H. erhielt also mit der geringen Menge seines Präparates stärkere Wirkungen als Aschkinass mit 1 Gramm Radium-Bariumsalz.

Geringer war die Wirkung auf Staphylokokkuskulturen. Es mussten 12 Milligramm durch 24 Stunden einwirken, um die Keime zu töten.

Zur Tötung von Milzbrandbakterien bedurfte es einer 72 Stunden dauernden Exposition.

Einige Versuche wurden auch mit dem Präparate am Auge gemacht: ein Kaninchenauge wurde 52 Tage hintereinander täglich 10 Minuten dem Präparate exponiert, ohne dass eine Veränderung der Cornea oder des Glaskörpers eintrat; nur die Retina färbte sich zuletzt rot. Die Pupille zeigte keine Reaktion auf das Präparat.

Dr. Blandamour. Wirkung und therapeutische Anwendung des Radiums. (Thèse de Paris. 1903.)

Der Verfasser hat auf der Hospitalabteilung von Danlos, der früher schon therapeutische Versuche mit Radium gemacht hat, die Anwendung desselben bei Lupus zum Gegenstande sorgfältiger Versuche gemacht.

Digitized by Google

Das Präparat stammte von Curie her, es bestand aus einem Gemenge von Baryum- und Radiumchlorid, das in kleine Kautschukkapseln eingeschlossen war. Das Pulver nahm eine Fläche von 20 zu 30 mm ein. Andere Proben kamen in Glasröhren, die in Holzkapseln steckten, darüber in einer Bleifolie, die an einer Stelle ein kleines Fenster hatte. Die Radiationsenergie, auf Uranium bezogen, war bei den Präparaten 1000—19000, ein Präparat zeigte 200 000.

Die Zeit der Auflagerung des Präparats lag zwischen 6 Stunden und 5 Tagen, meist betrug sie 24 Stunden.

Die Radium-Ulzeration erscheint je nach der Dauer der Einwirkung und der Stärke des Präparats 15—50 Tage darauf. Die Behandlung bestand eben in der Provokation einer solchen Ulzeration auf der lupösen Haut, die dann vernarbt. Indessen kam es bei manchen milde behandelten Fällen nicht zu einer Ulzeration, sondern ohne eine solche nach einiger Zeit zu einer erheblichen Besserung. B. beschäftigt sich damit, radikale Erfolge ohne Operation mit kurzen Anwendungen sehr starker Präparate zu erzielen.

Auf noch nicht ulzerierter Haut bestehen die ersten Erscheinungen nach der Einwirkung des Präparates in einer meist nach 5—6 Tagen, selten unmittelbar darauf erscheinenden Röte, die sich etwas mehr ausdehnt, als die aufgelegte radioaktive Platte. Manchmal ist die erythematöse Stelle geschwollen oder selbst induriert. Nach längeren Einwirkungen kommt es später zur Desquamation, darauf bilden sich nässende Stellen, die kleine Krusten hinterlassen; unter denselben sitzen kleine Ulzerationen. Der ganze Prozess verläuft ohne Schmerz, unter einem Jucken, das den Schlaf nicht stört. Die Ulzerationen sind oberflächlich, äusserst selten sind sie tief oder schmerzhaft. Es hinterbleibt eine weisse, glatte, oberflächliche, elastische Narbe. Die Erfolge bei Lupus waren ermutigend. Sind die Radium-Ulzera zu oberflächlich ausgefallen, so rezidiviert der Lupus. Dauernde Erfolge ergaben sich nach Applikation von Präparaten, deren Intensität zwischen 5000 und 9000 liegt, für die Dauer von 24—36 Stunden. Es bildet sich dann eine Narbe, deren Ausdehnung die der radioaktiven Platte etwas überragt. Sie ist weiss und hat einen braun pigmentierten Rand.

Ob die so erzielten Erfolge dauernd sind, lässt sich bei der Kürze der bisherigen Epikrisen noch nicht feststellen.

Guido Holzknecht und **Gottwald Schwarz**: Ueber Radiumstrahlen, mit besonderer Berücksichtigung der vorläufigen Mitteilung von E. S. London. (Sitzung der K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien vom 12. Juni 1903.)

London berichtete vor kurzem, dass Patienten mit Sehnerven-Atrophie, sofern sie noch Tag und Nacht, nicht aber die Umrisse von Gegenständen sahen, auch diese sehen können, wenn sie auf einem Phosphoreszenzschirme liegen, der durch Radiumstrahlen zum Leuchten gebracht wurde. Genaue Nachprüfungen der Versuche und theoretische Erwägungen (Radiumstrahlen können durch keine uns bekannten Medien zur Refraktion gebracht werden, also auch nicht durch das Auge) lehren jedoch, dass es sich bei jenen Personen um

Digitized by Google

eine Uebung des geringen Sehrestes nach Art des von Direktor Heller seit Jahren ohne Radiumstrahlen geübten Verfahrens handelt. Auch die von London gemachte Annahme, dass die Radiumstrahlen, ohne selbst gebrochen zu werden, die Empfindlichkeit der Retina erhöhen und so zur Wahrnehmung befähigen, stellte sich bei genaueren Versuchen als unhaltbar heraus. Schwarz führt dann des weiteren aus, dass die Radiumstrahlen die Eigenschaft, tierisches Gewebe zum Selbstleuchten zu bringen, in hohem Grade besitzen und dass daher die Lichtempfindung, die wir bei Annäherung der radioaktiven Substanz wahrnehmen, einfach auf dem Sehen der phosphoreszierenden Medien beruht und nicht auf einem direkten Reiz der Netzhaut. Es wird nämlich der Lichtreiz nicht auf die diametral gegenüberliegende Hälfte des Gesichtsfeldes verlegt, wie dies bei einer Retinareizung der Fall ist, sondern stets an die Stelle, wo die radioaktive Substanz dem Auge genähert wird.

Diskussion:

Richard Sachs: Für die Annahme, dass die radioaktive Substanz nur die Medien zum Leuchten bringe und nicht selbst die Retina reizt, spricht auch der Umstand, dass Bewegungen mit der radioaktiven Substanz gleichsinnig gesehen werden, während sie bei Reizung der Retina im entgegengesetzten Sinne gesehen werden müssten.

Leopold Königstein bestätigt die von Holzknecht gemachten Wahrnehmungen.

Heinrich Weiss verweist auf jene Fälle von Sehnerven-Atrophie, die durch Anwendung des galvanischen Stromes sich bedeutend besserten und dass daher die Angaben Londons nicht von vornherein zu bezweifeln sind.

Leopold Freund: Man könnte diese Frage am besten dadurch lösen, dass man Gegenstände aus radioaktiven Substanzen zusammensetzt. Werden diese ohne Fluoreszenzschirm erkannt, so üben sie einen direkten Reiz auf die Retina aus.

II. Bücheranzeigen.

A. Goldscheider und **P. Jacob:** Handbuch der physikalischen Therapie, Teil I, Band II. Mit 175 Abbildungen. Leipzig, Verlag von G. Thieme. 535 S. 8.

Die Anzeige dieses Buches verspätet sich, aber es ist keine Tagesware und es verdient auch jetzt, wo es nicht mehr absolute Novität ist, immer wieder genannt zu werden. Ich habe es seit seinem Erscheinen bei der Ausübung der physikalischen Therapie in der Ambulatoriumspraxis fast täglich nachgeschlagen und selten ohne Nutzen aus der Hand gelegt. In fünf Kapiteln — Kapitel 9—13 des ganzen Werkes — werden darin die Massage auf 143 Seiten von Bum und v. Reyher, die Gymnastik auf 160 Seiten von Zuntz, Zander, Jacob und Funke, die Orthopädie auf 30 Seiten von Vulpius behandelt, es folgen dann zwei Kapitel, die Elektrotherapie auf 130 Seiten von Mann und Bernhardt, die Lichttherapie von Rieder in München auf etwa 80 Seiten —, Kapitel, welche unsere Leser besonders interessieren werden.

Digitized by Google

Von der Elektrotherapie behandelt Mann den allgemeinen Teil, Bernhardt den speziell therapeutischen.

Mann teilt seinen Stoff in zwei Teile ein, nämlich einen Abschnitt über „Physiologisches und Theoretisches“ und eine ziemlich ausführliche „Beschreibung der elektrischen Prozeduren“. Bernhardt nennt seinen Beitrag „Beziehungen zu den anderen physikalischen Heilmethoden und ärztliche Erfahrungen“, welche letzteren er in fünf etwas heterogene Abschnitte zerlegt, nämlich: Krankheiten des Nervensystems, der Sinnesorgane, der Muskel- und Gelenkleiden, des Magens, Darms, der Blase und Genitalien, und fünftens: Erfahrungen über sinusoidal- und undulatorische, Tesla- oder Arsonval-Ströme.

Beide Autoren behandeln ihren Stoff in der traditionellen Weise, wie die Elektrotherapie seit Remak in Deutschland von den Neurologen gepflegt worden ist; in diesem Gebiete zeigen beide grosse praktische Erfahrung, kritische Schärfe und umfassendes physikalisches und physiologisches Wissen; soweit sie über dieses Gebiet hinausgehen, und beide tuen das nur sehr vorsichtig und zurückhaltend, zeigt sich, besonders bei Mann, Mangel eigener technischer und klinischer Erfahrung und tiefer eindringender Vertrautheit mit der modernen Gestaltung der Elektrizitätslehre.

Insofern ist die Behandlung der Elektrotherapie in einem umfassenden Handbuche in dieser Form unzureichend; innerhalb des Rahmens der auf den Schwachstrom beschränkten, das traditionelle Arbeitsgebiet des Nervenarztes nicht überschreitenden Elektrotherapie haben beide Autoren ausgezeichnetes geleistet.

Es entspricht ganz diesem Standpunkte, der auf dem Boden einer zu einer gewissen Abrundung und inneren Strukturentwicklung gelangten Vorstellungsmasse ruht, dass Mann in seinen theoretischen Vorbemerkungen die Jonenwanderung als wesentliches Moment der therapeutischen Erfolge der Stromapplikation ablehnt und geradezu sagt: „Das Wesen der Wirkung der Elektrizität auf den lebenden Organismus ist zu charakterisieren als ein Nervenreiz (im Original gesperrt) . . . auf diesem Wege über das Nervensystem dürften wohl die meisten, wenn auch nicht alle therapeutischen Wirkungen der Elektrizität vor sich gehen.“ Da ist es denn kein Wunder, wenn die Elektrotherapie der Frauenleiden, die Apostoli geschaffen hat, die der Aneurysmen u. v. a., gar nicht erwähnt wird, und wenn eine Beeinflussung des Stoffwechsels direkt durch Einwirkung auf die Gewebe, unabhängig vom Nervensystem durch elektrische Einwirkungen bestritten wird.

So kommt es, dass die moderne Richtung der Elektrotherapie, welche schlechthin den Einfluss elektrischer Vorgänge, sei deren Medium die in Jonen oder Elektronen zerfallene Materie oder der Aether, auf den Gesamtorganismus wie auf die Zelle — u. a. auch auf einzellige, nervenlose Organismen (z. B. Bakterien) —, in den Kreis ihrer Untersuchungen zieht, dass diese gewaltig vorwärts strebende Richtung der Forschung in diesem neuesten deutschen Handbuche nicht nach Verdienst zu Worte kommt.

In die modernsten Probleme hinein versetzt der von Rieder herrührende Abschnitt über Lichttherapie. Etwas dürftig ist die physikalische Einleitung ausgefallen; es kann irreführen, hier (S. 469) zu lesen: „Es ist bekannt, dass die Lichtstrahlen wegen ihres stärkeres Gehalts an diesen Strahlen — es sind die ultravioletten Strahlen gemeint — in höheren Regionen oder im Süden

Digitized by Google

stärker auf eine photographische Platte wirken, als im Norden und in tiefer gelegenen Regionen.“ Es hätte hier doch zum Verständnis dieser Tatsache gesagt werden müssen, dass in jedem Meter atmosphärischer Luft, welchen die Sonnenstrahlen in senkrechter Richtung zu seinen Grenzflächen durchsetzen, eine bestimmte Menge der Energie gerade der ultravioletten — nicht der anderen — Strahlen der Sonne absorbiert wird, dass auf dem Reichtume der nur durch eine geringe Luftschicht vom Weltraume getrennten Atmosphäre auf hohen Bergen an diesen Strahlen die dort zu beachtende starke photochemische Veränderung der menschlichen Haut, vielleicht die Gesamtwirkung des Höhenklimas überhaupt, beruht. Und eine ähnliche Ueberlegung hätte an dieser Stelle über das photochemische Klima der südlichen Zonen angestellt werden müssen. An einer anderen Stelle, S. 488 oben, wird dann eine ähnliche wie die vom Referenten gegebene Erklärung vorgebracht.

Sehr klar und vollständig sind die Ausführungen über den Einfluss des Lichtes auf den gesunden und den kranken menschlichen Organismus. Für die Phototherapie werden folgende Faktoren als wesentlich bezeichnet: „die Fähigkeit der chemischen Strahlen des Lichts, bis zu einer gewissen Tiefe in die Gewebe einzudringen, ferner die stark bakterizide Wirkung, welche demnach für die Bekämpfung der pathogenen Mikroorganismen in Betracht kommen kann, endlich die durch das Licht bewirkte Erweiterung der Hautgefässe, welche erhöhet Blutzufuhr nach der Körperoberfläche bewirkt. Ferner werden wir von der anregenden Wirkung des Lichtes auf Stoffwechsel und Nervensystem, seinem günstigen Einfluss auf das Wachstum bei Kindern und auf die Regeneration der Gewebe Gebrauch machen.“

Sehr eingehend und interessant ist die Besprechung des Sonnenbades und des Lichtluftbades; dabei heisst es etwas schwungvoll an einer Stelle (S. 494 unten): „Die Sonne haucht dem Organismus Leben ein.“ Sonst geht es aber sehr sachlich auch in der Form der Darstellung her; sehr eingehend und überzeugend ist die Analyse der Wirkungen des elektrischen Glühlichtbades ausgefallen; es heisst dort: „Die Lichtwirkung im Glühlichtbad ist sowohl in qualitativer als in quantitativer Hinsicht zu gering, um, abgesehen von der Schwitzwirkung, eine spezifische therapeutische Wirkung entfalten zu können.“ Mit diesem Resultate der Analyse stimmt meine vierjährige klinische Erfahrung an rund 5000 Glühlichtbädern überein.

(Bezüglich der Bogenlicht-Therapie nimmt R. denselben Standtpunkt ein, wie die Finsens sche Schule.) Kurella.

Chronik.

Der Zeitschrift für Elektrotherapie und physikalische Heilmethoden ist die Auszeichnung zuteil geworden, dass ihr unterzeichneter Herausgeber zum korrespondierenden Mitgliede der **Société Française d'Electrothérapie** ernannt worden ist.

Diese Auszeichnung verdankt dieselbe in erster Linie ihren verehrten Mitarbeitern und Mitherausgebern.

Es wird künftig möglichst vollständig über die Sitzungen dieser wichtigen Vereinigung hervorragender Fachgenossen berichtet werden.

Hans Kurella.

Digitized by Google

Zur Magneto-Therapie.

Man kann jetzt von der Firma Lüthi & Butz (Berlin) ausser dem Trüb'schen Apparate auch den von K. E. Müller, für Wechselstrom, beziehen. Man braucht es also künftig nicht tragisch zu nehmen, wenn aus den Instituten der Firma Trüb resp. Lüthi & Butz in „wissenschaftlichen Publikationen“ kritische Angriffe gegen das Müllersche Instrumentarium zu Gunsten des rotierenden Gleichstrommagneten hervorgehen: plus ça change, plus c'est la même chose.

Robertus.



Inhalt des Januar-Heftes.

A. Abhandlung.



Digitized by Google

Apparate für elektromagnetische Therapie

(System Trüb)

anzuschliessen an jede elektrische Leitung.

Prospekte u. Literatur durch d. unterzeichnete Firma.

Lüthi & Buhtz,
Berlin NW.,
Friedrich-Strasse 151.

Installiert in verschiedenen Städten und Badeorten.

Vogel & Kreienbrink, Berlin S.W. 11., Verlagsbuchhandlung für Medizin.

Im folgenden gestatten wir uns, die Herren Aerzte darauf aufmerksam zu machen, dass in unserem Verlage ein periodisches Unternehmen erschienen ist, betitelt:

Abhandlungen

aus dem

Gebiete der Krebsforschung

und verwandten Gebieten.

In zwanglosen Heften.

Herausgegeben von **Prof. Dr. M. Schüller, Berlin.**

Die Hefte erscheinen in 8⁰ Format in der Stärke von 2—3 Bogen.

Preis jedes Heftes Mk. 2,—.

Als **erstes Heft** gelangte zur Ausgabe:

Max Schüller:

Parasitäre Krebsforschung

und der Nachweis der Krebsparasiten am Lebenden.

In dieser die gesamte ärztliche Welt lebhaft interessierenden Frage erörtert der Verfasser zunächst zahlreiche gegen die parasitäre Entstehung des Krebses gerichtete Arbeiten bekannter pathologischer Anatomen, erweist ihre Unzulänglichkeit, führt dann seine aus seinen Kulturen und anderweitigen Untersuchungen genommenen überzeugenden Gründe für die von ihm gefundenen Parasiten als Krebserreger vor, fügt diesen als ein auch für die Diagnose höchst wichtiges Moment, den Nachweis der Parasiten beim lebenden Krebskranken, hinzu, betont aber die Notwendigkeit einmütigen Zusammenarbeitens der pathologischen Anatomen und der parasitären Geschwulstforscher. Die Arbeit wendet sich ebenso an den Forscher wie an den Praktiker.

Anhaltische Buchdruckerei Gutenberg, e. G. m. b. H., Dessau.

Digitized by Google

Zeitschrift für Elektrotherapie
und die physikalischen Heilmethoden.

Band VI. 1904. Heft 2 u. 3.

A. Abhandlungen.

Die Wärmestrahlung, ihre Gesetze und ihre Wirkungen.

Von Dr. **Fritz Frankenhäuser,**
1. Assistenten der Medizinischen Universitäts-Poliklinik in Berlin.

I. Die Wärme als strahlende Kraft. Allgemeine Strahlungsgesetze.

1. Die Wärme als Empfindung.

Unter Wärme verstehen wir ursprünglich eine besondere Empfindung unserer Haut. Diese Empfindung wird durch Gegenstände der Aussenwelt auf die Haut entweder dadurch hervorgerufen, dass sie in direkte Berührung mit der Haut geraten, ähnlich, wie das bei der Auslösung der Tastempfindung geschieht, oder sie wird dadurch hervorgerufen, dass ein oft sehr weit entfernter Körper durch Strahlung auf die Haut wirkt (z. B. die Sonne), ähnlich wie das bei der Lichtempfindung geschieht.

2. Die Wärme als Kraft.

Den Begriff „Wärme" hat man aber auch in wissenschaftlichem Sinne auf die Ursachen dieser eigenartigen Empfindung übertragen. „Wärme" in physikalischem Sinne ist daher eine Kraft, welche zwar dadurch für uns charakterisiert ist, dass sie bei uns „Wärmeempfindung" erregt, welcher jedoch ausserdem eine Anzahl höchst wichtiger anderer Eigenschaften und Wirkungen zukommen. Die physikalische Prüfung dieser Eigenschaften hat eine so nahe Verwandtschaft der „Wärme" zu einer Reihe anders benannter Kräfte ergeben, dass heutzutage die Abtrennung dieser Kräfte von einander und ihre Behandlung in ganz getrennten Kapiteln der Physik höchst willkürlich erscheinen muss.

3. Die Materie in ihren Beziehungen zu der Kraft.

Aller Materie sind gewisse Eigenschaften gemeinsam.

Die Materie vermag:

1. Kräfte in sich aufzunehmen (zu absorbieren),
2. solche absorbierten Kräfte an die Nachbarmaterie weiterzugeben (zu leiten),

Digitized by Google

3. solche absorbierten Kräfte in andere gleichwertige Kräfte umzuwandeln,

4. Kräfte nach aussen abzugeben (zu strahlen).

Diese Vorgänge beobachten wir als Veränderungen, welche die Kräfte am Zustande der Materie erzeugen. Es gehört zu den allgemeinen Eigenschaften der Materie, sich unter dem Einflusse der Kräfte zu verändern und ihrerseits die Qualität der Kräfte zu verändern.

Die speziellen charakteristischen Eigenschaften der verschiedenen Substanzen beruhen darauf, dass sie sich verschieden verhalten in bezug auf die Absorption, Leitung, Umwandlung und Abgabe verschiedener Kräfte. Aus diesem verschiedenen Verhalten zur mechanischen, elektrischen und chemischen Energie, zu Licht und Wärme ergeben sich die Merkmale, an denen wir die verschiedenen Substanzen erkennen und von einander unterscheiden; so der Aggregatzustand, die Farbe, die chemische Reaktion, das Leitungsvermögen für Elektrizität, Wärme usw.

4. Der Äther, seine Beziehungen zu den Kräften und zur Materie. (1, 2, 3, 4.)*)

Die mechanische und wohl auch die chemische Energie sind in ihrer Existenz an die Materie gebunden. Ausserhalb derselben vermögen sie nicht zu bestehen und sich fortzupflanzen. Die sogenannten strahlenden Kräfte (Elektrizität, Wärme, Licht) jedoch vermögen sich nicht nur der Materie, sondern auch dem Äther mitzuteilen, welchen wir uns als allgegenwärtig, innerhalb aller Materie sowohl als auch innerhalb des sogenannten leeren Raumes, vorstellen. Und sein Vorhandensein äussert sich eben in seinem Verhalten zu den strahlenden Kräften.

a) Der Äther vermag die strahlenden Kräfte geradlinig durch den sogenannten leeren Raum fortzupflanzen mit einer Geschwindigkeit von 300000 km in der Sekunde (Strahlung), und zwar durch transversale, wellenförmige Schwingungen, deren Wellenlänge und Schwingungsdauer für die einzelnen Gruppen der strahlenden Kräfte (strahlende Elektrizität, strahlende Wärme, Licht) charakteristisch sind.

b) Der Äther vermag auch innerhalb der Materie diese Kräfte fortzupflanzen. Die Art der Materie beeinflusst die Richtung, Geschwindigkeit und Energie dieser Strahlung.

c) Der Äther vermag da, wo er mit der Materie in Berührung kommt, die Energie seiner Strahlung ganz oder teilweise auf die Materie zu übertragen und diese hierdurch in Mitschwingung zu versetzen. Hierauf beruht die Absorption der strahlenden Kräfte durch die Materie.

*) Die Zahlen beziehen sich auf die Literaturnachweise, die am Schluss der Hauptabteilungen abgedruckt werden.

Digitized by Google

d) Der Äther vermag umgekehrt von der Materie strahlende Kräfte aufzunehmen, um sie wiederum geradlinig mit einer Geschwindigkeit von 300 000 km in der Sekunde fortzupflanzen. Hierauf beruht die Emission der strahlenden Kräfte. Man sagt dann: die Materie erregt Strahlung. Ueberall, wo die Materie Strahlung erregt, muss sie Kraft abgeben, überall, wo sie Strahlung absorbiert, muss sie Kraft aufnehmen. Kraft kann nicht verloren gehen und kann auch nicht aus Nichts entstehen. (Gesetz von der Erhaltung der Kraft.) (5, 6.)

Der Äther ist imstande, elektrische, thermische und optische Wellen strahlender Kräfte von beliebiger Länge und Schwingungsdauer fortzupflanzen. Die verschiedenen Substanzen dagegen sind, je nach ihrer Eigenart zu manchen Schwingungen befähigt, zu anderen nicht. Diejenigen Schwingungen, für welche eine Substanz befähigt ist, vermag sie sowohl zu absorbieren, als auch selbst auszustrahlen. (Kirchhoffsches Gesetz) (7, 8, 9.)

Man kann diesen Vorgang mit einem akustischen vergleichen. Wenn verschiedenartige Schallwellen auf ein System von Saiten treffen, so absorbiert jede Saite solche Wellen, welche ihren eigenen Schwingungsverhältnissen entsprechen (auf welche sie „gestimmt" ist) und schwingt mit. Die anderen Schwingungen gehen wirkungslos vorüber (10).

5. Die allgemeinen Strahlungsgesetze.

Aus diesem Verhalten der strahlenden Kräfte zum Äther einerseits, zur Materie andererseits, ergeben sich sowohl diejenigen Eigenschaften, welche allen Formen der strahlenden Kräfte gemeinsam sind, als auch diejenigen, wodurch sich die einzelnen Formen von einander unterscheiden. Allen gemeinsam sind die Gesetze, nach welchen sie sich im Äther fortpflanzen. Dagegen ist die Art, wie sie von den einzelnen Arten der Materie aufgenommen, weitergegeben und umgesetzt werden, streng genommen für jede einzelne Strahlengattung und jede Materie verschieden.

Die allgemein gültigen Strahlungsgesetze können ohne weiteres als eine Verallgemeinerung der Optik aufgefasst werden, der Lehre von der Lichtstrahlung, welche zuerst und am ausgiebigsten wissenschaftlich erforscht wurde, weil sie im höchsten Grade unmittelbar übersichtlich ist. (11.)

6. Der Umfang der strahlenden Kräfte.

Mit welcher Wellenlänge die strahlenden Kräfte tatsächlich anfangen, mit welcher sie aufhören, wissen wir nicht. Wir kennen Wellen von 5000,0 mm Länge (elektrische Wellen), wir kennen solche von 0,0001 mm Länge (Ultraviolette Wellen) und dazwischen kennen wir eine Unzahl von Abstufungen, deren Lücken sich mehr und mehr

Digitized by Google

schliessen. Die strahlende Kraft aller Wellenlängen pflanzt sich mit derselben Geschwindigkeit im Aether fort, und zwar mit der Geschwindigkeit von 300000 km in der Sekunde. (Für das Licht nachgewiesen von Olaf Roemer 1675.)

Zwischen Fortpflanzungsgeschwindigkeit (c), Wellenlänge λ und Anzahl der Schwingungen in der Sekunde (Schwingungszahl) n besteht das Verhältnis

$$c = \lambda . n.$$

Die Schwingungszahl ergibt sich also bei bekannter Wellenlänge, da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit bekannt ist.

7. Die Zusammensetzung der Strahlung.

Die Gesamtheit der von einem Punkte aus nach allen Richtungen sich verbreitenden strahlenden Kräfte nennt man die Strahlung, die längs einer geraden Linie erfolgende Ausbreitung nennt man einen Strahl. Die Strahlung eines Punktes ist also die Summe seiner Strahlen.

Die Strahlen verschiedener Strahlungsquellen unterscheiden sich von einander nach Quantität und Qualität. Die meisten Strahlen sind ein Gemisch von sehr verschiedenen Wellenlängen. So strahlt z. B. ein weissglühender Körper Wärme und Lichtstrahlen aller Wellenlängen aus. Einen Strahl, welcher nur Wellen von ein- und derselben Wellenlänge enthält, nennen wir einen homogenen Strahl, und wir sprechen dementsprechend von homogenem Lichte, homogener Wärme.

Die meisten Strahlen, gleichgültig ob homogen oder nicht, enthalten Wellen, welche nicht nur in einer, sondern in allen Ebenen transversal zur Strahlenrichtung schwingen, so dass der Durchschnitt der Strahlen nicht eine gerade Linie, sondern eine Kreisfläche darstellen würde. Manche Körper jedoch senden Strahlen aus, deren Wellen nur in einer Richtung senkrecht zur Strahlenrichtung schwingen. (Kalkspath, strahlende Elektrizität 11.) Auch sind manche Vorrichtungen imstande, nur die in einer Richtung schwingenden Wellen der Strahlen durchzulassen, während die andern Wellen absorbiert werden (Nicolsches Prisma, Drahtgitter). Wir nennen solche Strahlen polarisierte Strahlen.

Stellen wir uns einen homogenen polarisierten Strahl vor, so haben wir eines der Individuen vor uns, aus denen sich jede Strahlung zusammensetzt, und von deren Zahl und Art allein der Charakter der Strahlung abhängt.

Ein homogener, vollkommen polarisierter Strahl ist ein Strahl von bestimmter einheitlicher Wellenlänge und bestimmter einheitlicher Schwingungsebene. Seine Intensität ist gleich dem Quadrat seiner Wellenhöhe (Amplitude).

Digitized by Google

Die Intensität eines nicht homogenen polarisierten Strahles ist gleich der Summe der Intensitäten aller einzelnen homogenen polarisierten Strahlen, welche diesen zusammensetzen.

Die Intensität eines nicht polarisierten Strahles ist gleich der Summe der Intensitäten aller polarisierten Strahlen, welche diese zusammensetzen.

Die Intensität der Strahlung ist gleich der Summe aller Strahlen, welche diese zusammensetzen.

8. Das geometrische Gesetz.

Hieraus ergibt sich das Gesetz: Die Intensität der Bestrahlung, welche eine gegebene Fläche empfängt, ist umgekehrt proportional dem Quadrate ihrer Entfernung von der Strahlenquelle.

Denn dieselbe Menge von Strahlen, welche in der Entfernung von 1 m von der Lichtquelle die Fläche a^2 bestrahlt, verteilt sich in der Entfernung von 2 m auf eine Fläche von der Grösse $(2a)^2 = 4a^2$, bei einer Entfernung von 3 m auf eine Fläche von $(3a)^2 = 9a^2$ usf. wie eine einfache geometrische Betrachtung leicht ergibt.

9. Veränderungen der Strahlung durch die Materie.

Während die Strahlen auf ihrem Wege durch den luftleeren Raum keine erkennbaren Veränderungen erleiden, sind sie da, wo sie Materie durchsetzen, Veränderungen ausgesetzt, welche ihre Geschwindigkeit, ihre Richtung, ihre Intensität und ihre Zusammensetzung betreffen.

Nur von theoretischem Interesse ist die Verlangsamung, welche die Strahlen in der Materie erleiden. Ebenso bietet die Drehung der Strahlen um ihre Axe (Torsion) welche sie in manchen Substanzen erleiden (z. B. in Traubenzucker die Lichtstrahlen), ein nur theoretisches Interesse.

10. Ablenkung der Strahlen.

Von grosser praktischer Bedeutung sind aber die Richtungsveränderungen, welche die Materie an den Strahlen hervorruft. Sie geben zu folgenden wichtigen Erscheinungen Veranlassung:

a) Reflexion (Rückstrahlung). Die auf die Oberfläche der Körper auffallenden Strahlen werden, soweit sie von dem Körper nicht verschluckt oder durchgelassen werden, von diesem Körper zurückgeworfen, etwa wie ein Billardball von der elastischen Bande. Der zurückgeworfene (reflektierte) Strahl liegt in der Ebene, welche der einfallende Strahl und das Einfallslot (eine Linie, die an der Einfallsstelle senkrecht zur Oberfläche der reflektierenden Körper gedacht ist) mit einander bilden. Der Reflexionswinkel ist gleich dem Einfallswinkel. Bei Körpern, welche die Strahlen bestimmter Wellenlängen verschlucken, wird die Zusammen-

Digitized by Google

setzung der Strahlung bei der Reflexion (selektive Reflexion) verändert. Daher stammen alle Farbwirkungen, welche die nicht selbst leuchtenden Gegenstände auf unser Auge im auffallenden Lichte ausüben; aber genau dieselben Vorgänge beobachtet man auch im Gebiete der unsichtbaren Strahlung, insbesondere der strahlenden Wärme.

Unter gewissen Umständen wird nur die in einer Ebene schwingende Strahlung reflektiert. Der reflektierte Strahl ist dann polarisiert (Polarisation durch Reflexion). Ist die Oberfläche der reflektierten Körper rauh, so wird der Einfalls- und Reflexionswinkel an den einzelnen Stellen ganz verschieden und die reflektierten Strahlen werden demnach aus ihrer Richtung regellos hinausgeworfen und zerstreut (unregelmässige Reflexion). Ist jedoch die Oberfläche der reflektierenden Körper glatt (spiegelnd), so behalten die reflektierten Strahlen die Reihenfolge der auffallenden; ist die Oberfläche der reflektierenden Körper spiegelnd und zugleich von bestimmter regelmässiger Gestalt (kugel- und kegelförmig), so entstehen diejenigen regelmässigen Ablenkungen (Konzentration, Zerstreuung, Kreuzung), welche bei Brennspiegel, Reflektoren usw. ihre praktische Verwendung finden.

b) Diffraktion (Beugung) der Strahlung (12) spielt hauptsächlich in der Optik eine Rolle. Lässt man Strahlen auf eine sehr enge Spalte fallen, so werden sie jenseits der Spalte derart von ihrer Richtung abgelenkt, dass sie nunmehr einen Strahlenkegel bilden. Die Strahlen werden in der Spalte gebeugt, und zwar die langwelligen mehr als die kurzwelligen. Der Vorgang wird zur Herstellung eines bestimmten Spektrums benutzt, des Beugungs- oder Gitterspektrums (13).

c) Refraktion (Brechung). Diejenigen, auf die Oberfläche eines Körpers auffallenden Strahlen, welche weder auf der Oberfläche reflektiert, noch im Innern des Körpers absorbiert werden, durchsetzen den Körper geradlinig. An der Stelle ihres Eintritts in den Körper werden sie aber, falls sie nicht senkrecht einfallen, von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt (gebrochen). Der gebrochene Strahl liegt in der Ebene, welche der einfallende Strahl und das Einfallslot miteinander bilden. Der Brechungswinkel (welchen der gebrochene Strahl mit dem Einfallslot bildet) kann grösser oder kleiner sein als der Einfallswinkel (welchen der einfallende Strahl mit dem Einfallslot bildet). Das hängt von den Eigenschaften der beiden Medien ab, aus welchen die Strahlung kommt und in welche sie übergeht. Wird bei Uebergang eines Strahles aus einem Medium in ein zweites Medium der Brechungswinkel kleiner als der Einfallswinkel, so nennen wir das erste Medium das schwächer brechende, das zweite Medium das stärker brechende und umgekehrt.

Digitized by Google

Ist der brechende Körper von zwei nicht parallelen Ebenen begrenzt (ein Keil, ein Prisma), so erhalten alle durch ihn hindurchtretenden gleichartigen Strahlen eine gleichmässige Ablenkung. Sind die Flächen der brechenden Körper kugelförmig, so entstehen diejenigen regelmässigen Ablenkungen (Konzentration, Zerstreuung, Kreuzung) der austretenden Strahlen, wie sie bei den Linsen (Brenngläsern) ihre praktische Verwertung finden.

d) Dispersion (Zerstreuung). Wir haben soeben gesagt, dass durch ein Prisma alle gleichartigen austretenden Strahlen eine gleichmässige Ablenkung erfahren. Die hervorgehobene Einschränkung hat ihre Ursachen in einer für alle Strahlenforschung höchst wichtigen Eigentümlichkeit der Strahlenbrechung. Es werden nämlich die Strahlen desto stärker abgelenkt, je kleiner ihre Wellenlänge ist. Wenn man z. B. das Bild einer linienförmigen homogenen Lichtquelle durch ein Prisma betrachtet, so erhält man ein linienförmiges deutliches Bild, dieser Lichtquelle. Wenn man aber ebenso das Bild einer linienförmigen nicht homogenen, weissen Lichtquelle betrachtet, so erhält man kein deutliches linienförmiges Bild der Lichtquelle, sondern statt dessen ein breites Band, welches die Regenbogenfarben rot, orange, gelb, grün, blau, violett mit allen Abstufungen erkennen lässt. (Spektrum.) Ganz dasselbe Verhalten zeigen jedoch auch alle unsichtbaren Strahlen, Wärmestrahlen, ultraviolette und elektrische Strahlen. Die Fortsetzung des sichtbaren Spektrums bildet daher ein unsichtbares Spektrum, dessen Existenz durch physikalische Hilfsmittel nachweisbar ist. Derjenige Teil des unsichtbaren Spektrums, welcher die Strahlen enthält, die eine grössere Wellenlänge haben, als das Licht, schliesst sich an den roten Teil des sichtbaren Spektrums an. Man nennt daher diese Strahlen auch ultrarote Strahlen. Derjenige Teil des unsichtbaren Spektrums, welcher die Strahlen enthält, welche eine kleinere Wellenlänge haben, als das Licht, schliesst sich unmittelbar an den violetten Teil des Spektrums an, man nennt daher diese Strahlen auch ultraviolette Strahlen.

Diese Erscheinung ist deshalb von grosser praktischer Bedeutung, weil sie es uns ermöglicht, die Zusammensetzung der verschiedensten Strahlen, den Einfluss, welchen die verschiedenen Wellenlängen auf die Materien, und den Einfluss, welchen die Materien auf die Strahlen bei der Reflexion und Absorption üben, zu analysieren. (Spektralanalyse.)

11. Die Absorption der Strahlung durch die Materie.

Von der grössten praktischen Bedeutung für die Wirkungen der strahlenden Kräfte auf die Materie ist jedoch der Vorgang der Absorption

Digitized by Google

dieser Kräfte durch die Materie. Manche Substanzen sind in hohem Grade durchlässig für Wellen der strahlenden Energie (dielektrische. diathermane, diaphane Stoffe) wie z. B. die reine atmosphärische Luft. Andere Stoffe wieder sind in hohem Grade undurchlässig für die Strahlung (adielektrische, adiathermane, adiaphane Stoffe), das heisst, sie absorbieren die strahlenden Kräfte, wie z. B. die Metalle. Der Grad der Durchlässigkeit ist für die verschiedenen Stoffe gegenüber jeder einzelnen Strahlengattung sehr verschieden. Manche Substanzen bieten der Strahlung überhaupt einen sehr geringen oder aber einen sehr grossen Widerstand, wie die soeben genannten. Andere wieder absorbieren die eine Strahlengattung sehr stark, eine andere sehr wenig (selektive Absorption; Poikilodiaphanie. Poikilodiathermansie; Thermochrose).

(Fortsetzung folgt.)

II.

Die Blondlot-Strahlen (N-Strahlen).

Von **Georges Vitoux**, Paris.

Seit einigen Wochen knüpft sich ein lebhaftes Interesse an Mitteilungen, die der Pariser Akademie der Wissenschaften von dem Nancyer Physiker Prof. Blondlot gemacht worden sind, und die sich auf von ihm entdeckte eigentümliche Strahlungsphänomene beziehen; er hat dieselben zu Ehren der Stadt Nancy, in der sich sein Laboratorium befindet. N-Strahlen benannt.

Diese Strahlen scheinen in der Tat eigenartige und sehr merkwürdige Eigenschaften zu besitzen, denn sie werden von fast allen gebräuchlichen Lichtquellen hervorgebracht und werden von den meisten Körpern aufgenommen, welche der Einwirkung dieser Lichtquellen ausgesetzt werden. So emittieren die von der Sonne beschienenen Chausseesteine, die Ziegel einer besonnten Mauer, die Wände einer Laterne, in der ein Auerstrumpf glüht, oder eine Petroleumlampe, die N-Strahlen.

Ja, was uns hier noch mehr interessiert, nach den Versuchen des Nancyer Professors der medizinischen Physik, A. Charpentier, sollen lebende Organismen, selbst der menschliche Körper, diese N-Strahlen aussenden, wie verschiedene Mitteilungen dieses Gelehrten an die Akademie der Wissenschaften ausführen. Blondlot hat die N-Strahlen bei der Untersuchung der von Röntgen-Röhren ausgehenden Strahlungen gefunden. Sie sind, zum Unterschiede von den X-Strahlen, polarisierbar, refraktibel und den Gesetzen der Reflexion unterworfen. Sie durchsetzen, wie die X-Strahlen, opake Körper, u. a. Stanniol, dünne Platten von Kupfer.

Digitized by Google

Messing, Aluminium, Stahl, Silber und Gold, ferner Papier, Paraffin und Holz; dagegen werden sie aufgehalten von Steinsalz in 3 mm direkter Schicht, von Bleiplatten von 0,2 mm, von Platina in der Dicke von 0,4 mm, ferner von Wasser, derart, dass ein Stück für sie durchgängigen Zigarettenpapiers vollkommen opak wird, wenn man es befeuchtet.

Sie wirken nicht direkt auf die photographische Platte, offenbaren aber ihre Anwesenheit dadurch, dass sie gewisse Substanzen erregen. So verstärken sie einen schwachen Funken, wenn sie auf ihn fallen, ein Phänomen, durch dessen Beobachtung Blondlot sie entdeckt hat; sie erregen auch die Fluoreszenz von mit Zinksulfid, Kalziumsulfid etc. bedeckten Schirmen.

Nach dem Nachweis dieser Strahlen in den Strahlungen der Sonne, des Voltabogens des Auerbrenners, der Petroleumflamme fand Blondlot, dass sie von verschiedenen Substanzen aufgenommen werden, wie Gold, Silber, Platina, Blei, Zink, Eisen, Quarz, welche nun ihrerseits N-Strahlen emittieren; bei Aluminium, Holz, trockenem und feuchtem Papier findet sich diese Eigenschaft nicht.

Blondlot fand bald, dass die Strahlen durch Kompression hervorgerufen werden können, so dass die blosse Kompression einen Körper veranlasst, N-Strahlen auszusenden. Stücke von schnell gehärtetem Stahl und Glas emittieren sie beständig, solange ihr molekularer Zustand unverändert bleibt. So konnte B. die Strahlen eines Stahlmessers aus der gallo-römischen Epoche so intensiv finden, wie die eines soeben gehärteten Stückes Stahl.

Hieran schliessen sich nun die nicht minder interessanten Forschungen von A. Charpentier. Dieser fand, dass ganz andere Quellen von N-Strahlen existieren, als leuchtende Körper. In sehr peniblen Versuchen, die z. T. von d'Arsonval kontrolliert worden sind, fand er, dass die verschiedensten Tiere, Warm- wie Kaltblüter, diese Strahlen emittieren. Eduard Meyer hat auch ihre Emission durch Pflanzen konstatiert, was Charpentier bestätigen konnte. Speziell bei den Tieren geschieht die Emission nicht nur nach Absorption der N-Strahlen von Lichtquellen, sondern spontan und zwar ausschliesslich seitens des Muskel- und Nervengewebes. Der sich kontrahierende Muskel emittiert intensiver als der ruhende; auch das Nervengewebe intensiver im Erregungszustande. Führt man einen kleinen Explorationsschirm mit einem vorher durch Licht zur Phosphoreszenz gebrachten Sulfide, der am Ende einer kurzen Bleiröhre — welche die Strahlen zusammenhält — befestigt ist, über den menschlichen Körper hin, so leuchtet er mit mehr

Digitized by Google

oder weniger verstärkter Intensität auf, wenn er in die Nähe eines ruhenden oder kontrahierten Muskels, eines Nerven oder eines Nervenzentrums kommt.

Auf diesem Wege konnte Charpentier genau die Herzgrenzen umschreiben, die Topographie bestimmter psychomotorischer Rindenzentren aufweisen; der Schirm leuchtet stärker in der Brocaschen Rindengegend auf, wenn die bisher schweigende Versuchsperson zu sprechen anfängt.

Charpentier hat ferner ermittelt, dass die N-Strahlen nicht homogen sind, sondern mindestens aus zwei verschiedenen Strahlungen bestehen, je nachdem sie vom Muskel- oder vom Nervengewebe ausgehen.

Dazu stimmen die physikalischen Beobachtungen von Blondlot. Er hat schon vor mehreren Monaten gefunden, dass die N.-Strahlen durch ein Prisma zerlegt werden, dass ihre Wellenlänge zwischen 0,0085 und 0,017 μ variiert, dass sie also erheblich länger sind als Lichtstrahlen, dass sie ferner verschiedene Brechbarkeit besitzen und ausserdem noch in anderer Hinsicht variieren.

Diese merkwürdigen durch die N-Strahlen hervorgerufenen Erscheinungen sind gleich deutlich bei der Anwendung der verschiedensten Revelatoren, seien es Fluoreszenzschirme, elektrische Funken oder physiologische Leuchterscheinungen, wie ein Glühwürmchen oder eine Kultur phosphoreszierender Bakterien. Alle diese Probelichter leuchten stärker, wenn sie den N-Strahlen exponiert werden.

Die anzuwendenden Methoden sind äusserst delikat, so dass der bekannte Physiker Mascart, der sich mit Cailletet nach Nancy begab, um mit Bondlot seine Hauptversuche zu wiederholen, sie erst sehen lernen musste. Die Beobachtungen erfordern absolute Ruhe und Stillschweigen, ja, Macé de Lepinay behauptet, dass auch die Schallschwingungen N-Strahlen produzieren.

Wir stehen erst am Anfange der Untersuchung dieser Phänomene; die bisher gemachten Beobachtungen lassen aber keine Zweifel an der grossen Bedeutung der Entdeckung von Blondlot.

III.

Kasuistische Beiträge zur Franklinischen Therapie.

Von Professor **A. v. Luzenberger** in Neapel.

Ich halte es bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse für nützlich, einige Krankheitsfälle mitzuteilen, die als Paradigmata dienen können, sowohl für die Auswahl der geeigneten Fälle als auch für die

Digitized by Google

Wahl unter den verschiedenen besonderen Arten der Franklinisation. Ich beginne mit der wichtigen Gruppe der Stoffwechsel-Anomalien; es stehen mir auf diesem Gebiete nicht viele Fälle zur Verfügung, da die Hausärzte derartige Fälle nur selten einer spezialistischen Behandlung überweisen.

Ich habe aber oft Oxalurie bei Nervenkranken gefunden, die sich wegen ihrer neurasthenischen Beschwerden an mich wandten und bei denen diätetische Massregeln ohne Einfluss auf die Stoffwechselstörung geblieben waren. Ich habe dann meist die Diät weniger streng geordnet und täglich ein Franklinisches Bad verordnet. Dann sah ich die Oxalsäure allmählich abnehmen und schliesslich ganz verschwinden.

I. Bei einem Falle von chronischer Arthritis deformans an den Zehen, die ich lokal mit Lithium-Kataphorese behandelt hatte, schritt ich noch zum Franklinischen Bade, um allgemeine Wirkungen zu erzielen. Der Patient kam drei Monate lang täglich eine Eisenbahnstunde weit zu mir und fühlte sich schliesslich völlig genesen.

Die Erfahrungen Charcots ermutigten mich auch zur Franklinisation bei Diabetes; dabei sah ich nie den Zucker aus dem Urin verschwinden. Was aber die Kranken konstant berichteten, war, dass sie während der Behandlung und manche Zeit danach, trotz des demonstrierbaren Zuckers, sich wohler und arbeitsfähiger fühlten, als mit dem zuckerlosen Urine während der strengen Diät. Einer von diesen gebrauchte einen Vergleich, den ich hier wiederholen will, weil er im Groben etwas sehr richtiges aussagt: der Diabetiker sei wie ein Eimer mit einem durchlöcherten Boden: Die Abstinenzkur mache ihm den Eindruck eines Verbotes, Wasser in den Eimer zu giessen — dabei tröpfelt nichts heraus, aber der Eimer werde hierdurch ein nutzloses Paradestück; die elektrische Kur verkleinere die Löcher, es tröpfle etwas heraus, aber man könne ganz gut den Eimer zum Wassertransport benützen. So sei es mit ihm: als abstinenter Diabetiker finde er keinen Zucker im Harne, dafür gehe es ihm aber nicht besser, er fühle sich ebenso schwach und krank als früher. Während der Franklinisation dagegen habe er seine Arbeitstüchtigkeit wieder erlangt.

Von den so behandelten Fällen will ich zwei besonders hervorheben.

II. Ein Hutmacher, J. M., 43 Jahre alt, Sohn langlebender gesunder Eltern, aus gesunder Familie überhaupt, kam zu mir im Februar 1893, da er seit Juni an allgemeiner Schwäche, Verdunkelungen des Gesichtssinnes, Mangel jeder Ausdauer bei der Arbeit, Charakterreizbarkeit litt, die ihm früher unbekannt waren. Eine Harnanalyse ergab damals 14 $^{0}/_{00}$ Zucker. Einer strengen Diät unterworfen, verschwand der Zucker vollständig nach wenigen Wochen, er fühlte sich aber trotzdem immer matt; seine abnorme

Digitized by Google

Reizbarkeit war ihm von nicht geringem Schaden in den Geschäften. Als neues Phänomen traten während der genauen Kur reissende Schmerzen im Rücken auf. Trotzdem überdauerte er diese Behandlungsmethode bis zu Weihnachten, wo er sich von der Festtafel hinreissen liess, von allem etwas zu geniessen. Sofort zeigte sich der Zucker wieder und zwar sogleich mit 15 ‰. Wie er aber zur absoluten Fleischdiät, die ihm verschrieben worden war, zurückkehren wollte, traten solche Magenbeschwerden und Ekel für Fleischspeisen auf, dass er sie aufgeben musste. Bei einer mässigen Diät, in welcher eigentlich nur Weissbrot, Zucker und Makkaroni gemieden werden, sonst von allem in mässiger Quantität genommen wird, hält sich der Zucker auf 15 pro Mille. Dabei ist das spezifische Gewicht 1032. Saure Reaktion. Phosphorsaure und chlorwasserstoffsaure Salze im Übermass, ebenso das Indican.

Der Kranke wird seit dem 28. Februar täglich einem allgemeinen Franklinischen Bade von 10 Minuten Dauer unterstellt. Dabei wird er angewiesen, die gewöhnliche Kost seiner Familie zu gebrauchen; nur soll er täglich ausgiebigen Stuhl, mittels salinischer Mittel, haben und alle 8 Tage eine genaue Harnanalyse ausführen lassen. Die erste Wirkung, wie natürlich zu erwarten, war eine Erhöhung des Zuckergehaltes im Urine, die salzigen Bestandteile nähern sich den normalen Zahlen, der Harnstoff ist sogar mangelhaft (nur 13 ‰), nur die harnsauren alkalinischen Salze sind vermehrt. Die absolute Gesamtmenge des Urins hat abgenommen, weil der Kranke nicht mehr an quälendem Durst leidet. Deswegen ist auch das spezifische Gewicht höher (1,042).

Die Behandlung wird fortgesetzt und der Kranke fühlt sich gut, besonders hat das Schwächegefühl bedeutend abgenommen.

In der nächsten Analyse finden wir spezifisches Gewicht 1,035 und Zucker 22 ‰, Harnstoff 16 — andere Bestandteile normal.

Nach andern 8 Tagen spezifisches Gewicht 1033, Zucker 10 ‰, Erdphosphate und Harnstoff in Überschuss, andre Bestandteile normal. Ich füge dem allgemeinen Franklinischen Bade noch die Funkenwirkung hinzu, wodurch sukzessive die verschiedenen Muskelgruppen in Tätigkeit gesetzt werden.

Nach zwei Monaten Behandlung tritt wieder eine Zunahme des Zuckers bis 28 ‰ auf, zugleich etwas Aceton und Eiweiss.

Während dieser Zeit hatte der Kranke eine mittlere Dosis Zucker im Urine immer gezeigt (zwischen 9 und 18 pro Mille bei Franklinisation, ohne dieselbe bei gemischter Diät 28), hat aber trotzdem eine Ausdauer bei der Arbeit und ein Wohlbefinden gezeigt, welches er auch bei zuckerlosem Urine vermisste. Die Schmerzen im Rücken, die Schwere

Digitized by Google

in den unteren Extremitäten, die allgemeine Reizbarkeit hatten alle aufgehört. Der Kranke, seiner Besserung zufrieden, unbesorgt der Zuckermenge, die noch vorhanden war, gibt die Behandlung auf. —

III. Auch folgender Fall dürfte als wichtige Stütze meiner Behauptungen gelten.

Eine 60jährige Frau leidet seit mehreren Jahren an Zuckerharnruhr. Ihre gewöhnliche Diät ist frisches Gemüse, Roggenbrot, Glutenmehle, Fleisch, Milchkaffee, und es gelingt ihr dabei reine Analysen zu erhalten. Sie ist aber sehr naschhaft nach Gefrorenem und jedesmal, wenn sie davon geniesst, erscheint deutliche Bismuthschwärzung in der Böttgerschen Probe, die sie selbst fast täglich ausführt. Auch Aufregungen haben grossen Einfluss auf die Zuckerausscheidung. Gelegentlich eines heftigen Schreckens, von dem sie bei einem Erdbeben ergriffen wurde, stieg der Zucker pro Mille auf 68, trotzdem sie in ihrer Diätetik absolut keine Veränderung eingeführt hatte.

Seit einigen Monaten leidet sie an Kurzatmigkeit und Schwäche in den Beinen mit Abmagerung der unteren Extremitäten; dabei ist bei ihrer gewöhnlichen Diät keine Schwärzung in ihrer Analyse zu bemerken.

Sie unterzog sich der statischen Elektrizität, ohne an ihrer Lebensweise etwas zu verändern. Nach 20 Applikationen hörten die beginnenden neuritischen Störungen im Gebiete des X. Gehirnpaares und des Ischiadicus vollkommen auf. Sie erlangte ihre frühere Sicherheit im Gange und im Auftreten und die Atmungsbeschwerden traten nie wieder auf.

Ich sah die Frau nach mehreren Jahren wieder, sie hatte inzwischen einige Badeorte besucht und fühlte sich vollkommen wohl. Jene Nervenbeschwerden waren nie wieder zum Vorschein gekommen.

Wie wir daraus ersehen, können wir nicht behaupten, dass die statische Elektrizität ein wahres Spezifikum gegen Diabetes sei (zu ähnlichen Resultaten sind auch später diejenigen gekommen, die dabei die hochfrequente Hochspannung benutzten), wir haben ja sogar unter der Funkenwirkung Eiweiss und Aceton im Urin auftreten gesehen, was für eine destruktive Wirkung auf die organischen Zellen sprechen könnte, ohne dass der Zucker dabei verschwunden wäre; es bleibt aber sicher bestehen, dass die nervösen Störungen, die als Folge der Glycosevergiftung auftraten, durch die Franklinisation einer raschen Heilung entgegengehen.

Die Hauptgruppe, bei welcher ich stets vorzügliche Resultate erhielt, sei es bezüglich einzelner Phänomene, sei es bezüglich der Grundkrankheit, ist jene der funktionellen Neurosen. Viele Autoren haben dabei behauptet, die Elektrizität sei in solchen Fällen nicht als physikalische Kraft, sondern

Digitized by Google

lediglich als Suggestivmittel wirksam; und bemerken dabei, je sichtbarer die Maschine und je hörbarer der Funke sei, desto rascher und vollkommener seien die Heilungen. Deswegen erhalte man in solchen Fällen bessere Resultate mit der grossen, schimmernden und sich rasch bewegenden Elektrisiermaschine, die noch nebenbei von Knistern und Knallen begleitet ist, als mit der bescheidenen galvanischen Batterie, die ihre Energie ohne auffallende Erscheinungen ins Spiel setzt. Nunmehr ist diese Schule, welche sich am deutlichsten im Frankfurter Elektrotherapeutischen Kongresse im Jahre 1891 behauptet hat, wobei Möbius die extremste Stellung einnahm und mehrere Bundesgenossen fand, in sehr enge Schranken gewichen. Es gibt noch Einzelne, die ihr folgen, jeder Glaube findet seine Klausner; die Fortschritte der Elektrizität in allen Erscheinungen des Lebens sind aber so sonnenklar (ich würde fast bogenlampenklar sagen) geworden, dass sich niemand mehr von jenen Predigern beinflussen lässt. Eine Energie, die ungestört Berge durchsetzt, um sich einen Coherer herauszusuchen, kann für den gesunden Menschenverstand auch unseren Organismus durchsetzen und eine torpide Zellengruppe zu intensiverem Leben anreizen.

Ich habe wohl keine Absicht, alle die Fälle dieser Neurose zu besprechen, die ich mittels der Franklinisation geheilt oder gebessert habe. Das würde uns viel zu weit führen und würde ganz zwecklose Wiederholungen einer grossen Anzahl ähnlicher Fälle zustande bringen. Ich werde statt dessen alle diejenigen, die eine grosse Ähnlichkeit zeigen, in Gruppen vereinigen und von jeder Gruppe nur über je einen Fall berichten.

Eine erste Gruppe enthält alle die erschöpfbaren Personen, bei welchen die allgemeine Muskelschwäche und die Unmöglichkeit, ihren Obliegenheiten regelrecht nachzukommen, vorherrschen. Es handelt sich meistenteils um nervös veranlagte Individuen, welche schon von Kindheit an auf den Schulbänken ihre täglichen Arbeiten ohne Schwierigkeit ausführen konnten, aber jedesmal bei ausserordentlichen Leistungen lahm geworden sind. Die jeweilige Vorbereitung zu den Prüfungen hat in ihnen Schlaflosigkeit und Zerstreutheit hervorgerufen, die Anstrengung bei der Prüfung selbst ihre Aufmerksamkeit wach zu halten, haben sie durch gewaltige Kopfschmerzen abgebüsst, die sonst nie wieder aufgetreten sind. Bei schriftlichen Proben haben sie nach erledigtem Thema sofort bemerkt, dass sie die wichtigsten Stellen, die sie hätten beleuchten sollen, im Momente der Erschöpfung vollkommen vergessen haben. Sie haben aber nie Angstzustände gehabt, nie an Gemütsstörungen gelitten oder quälende Zwangsgedanken in ihren Sinnen einnisten lassen. Das Krankheitsbewusstsein

BOSTON MEDICAL LIBRARY OCT 19 1900

Digitized by Google

erledigt sich in der allgemeinen Muskelschwäche mit Gefühlen, jedwelcher Arbeit nicht gewachsen zu sein. Die Gelegenheitsursachen dieser Krankheit können verschieden sein, meistens werden wir als solche treffen einen Zwang, den sich die Kranken auferlegt haben, vereinigt mit der Besorgnis, dass, falls sie dem übernommenen Pensum nicht nachkommen können, es für sie grosses Unheil bedeute; oder auch öfters geschlechtliche Ausschweifungen vereinigt mit übermässiger verantwortlicher Gehirntätigkeit.

IV. V. B. 35 Jahre alt, aus Palermo. Aus nervöser Familie stammend, die aber seit vielen Jahrzehnten mit gutem Erfolge eine blühende Industrie betreibt.

In seinem gewöhnlichen Leben hat er immer gute Gesundheit genossen, er erinnert sich nicht, je sich Überanstrengungen unterworfen zu haben. Geschlechtlich habe er manches geleistet, er will aber nicht zugeben, dass das für seine Konstitution ein Missbrauch gewesen sei. Seine Nervenschwäche rühre seit 6 Jahren her; er schreibt sie der Gelegenheit zu, dass er beim plötzlichen Tode seines Vaters die sehr wichtige und komplizierte Geschäftskorrespondenz seiner Ditta von einem Tage zum andern auf seine Schultern übernehmen musste, während er früher nur im Schosse gemächlichen Müssigganges gelebt hatte. Die ersten Jahre währte seine Erschöpfung eine gemessene Zeit, Wochen bis Monate lang: und von solchen Anfällen hat er innerhalb vier Jahren drei gehabt. Seit zwei Jahren ist aber seine Erschöpfung eine konstante Erscheinung, die er in manche Bad- und klimatischen Kurorte geschleppt hat, ohne eine Erleichterung zu finden. Es komme ihm zwar vor, sich besser zu fühlen, wie er aber sich wieder in die Geschäftskorrespondenz verlegt oder auch nur Gesellschafts- und Theaterabende zu besuchen anfängt, da holpert es von neuem und er bemerkt, dass seine Aufmerksamkeit der Anstrengung nicht Stand hält. Ausserdem leidet er an Muskelschwäche, der geringste Spaziergang ermüdet ihn so stark, dass er immer von einem Wagen gefolgt werden muss, sonst riskiert er nicht, auszugehen. Die schwersten Stunden sind die der beginnenden Verdauung. Psychisch hat er nur das Gefühl nicht denken zu können, ganz besonders nichts Geschäftliches leisten zu können, was sich ihm auch als Öde und Leere im Kopfe kundgibt.

Objektiv kann man an diesem Kranken nichts anders als Erhöhung der Sehnenreflexe nachweisen. Beim Beginne der Behandlung bemerkte ich auch eine Sensibilitätsstörung, die mit den gewöhnlichen klinischen Untersuchungsmethoden mir nicht aufgefallen war. Trotzdem er den Tast-, Schmerz- und Temperatureindrücken normaliter antwortete, fühlte er im rechten Hypochondrium den elektrischen Wind nicht, auch wenn

Digitized by Google

ich ihn darauf bei entblösstem Körperteile wirken liess. Dieser Anstrich von Unempfindlichkeit zeigte sich konstant bei mehrmaligen Untersuchungen an verschiedenen Tagen, so dass ich absolut keinen Untersuchungsfehler annehmen kann.

Die günstigen Wirkungen der Behandlung liessen nicht lange auf sich warten. Zuerst wurde die Verdauung wohltätig beeinflusst; dann kräftigte sich sein Muskelgefühl und er konnte dadurch Spaziergänge in freier Luft gebrauchen, die ihrerseits beitrugen, die Besserung rascher eintreten zu lassen. Nach drei Monaten Franklinisation gab der Kranke die Behandlung auf, um wegen der heissen Jahreszeit einen Gebirgsaufenthalt zu geniessen. Diesmal erhielt er daselbst die Kraft und die Ruhe, die er früher am selben Orte umsonst gesucht hatte. Ich sah ihn wieder im nächsten Jahre und er bestätigte mir, dass seine wahre Besserung von der statischen Elektrizität datiere.

Bei ihm habe ich bemerkt, dass, wenn ich das Franklinische Bad über 10 Minuten andauern liess, sein Puls beschleunigt wurde (von 70 auf 90 Schläge in der Minute) und dass er Blutanwallungen gegen den Kopf verspürte und hierauf zu schwitzen anfing.

V. de C. V., 60 Jahre. Er kam zu mir wegen allgemeiner Nervenschwäche, die seit 7 Jahren andauere. Syphilis vor 30 Jahren. Sein Lebensüberdruss, mit Vergesslichkeit gepaart, wurde von andern Ärzten, wahrscheinlich wegen der Lues, als Prodromi einer allgemeinen Paralyse aufgefasst. Er unterzog sich zwei Monate lang dem Franklinischen Bade, gebrauchte zugleich Jodkali, erhielt dabei eine rasche Besserung, welche jetzt noch nach 10 Jahren vollinhaltlich fortbesteht. Das einzige Phänomen, welches davon zurückgeblieben ist, ist ein für sein Alter übermässiges Schlafbedürfnis; falls er dieses befriedigt, fühlt er sich vollkommen wohl und ist auch arbeitsfähig.

VI. L. D. G., 23 Jahre alt. Student an der Ingenieurschule. Von nervöser Familie stammend. Ist auch im frühen Alter immer schüchtern gewesen. In den letzten Jahren habe er sich z. B. vom sexuellen Leben vollkommen zurückgezogen, weil ein Freund von ihm Syphilis acquiriert hatte, was ihn in grosse Bestürzung brachte. Seit einem Jahre leide er an Blutanwallungen in den Kopf, welche seine Aufmerksamkeit lähmen, er könne deswegen nicht lange studieren, und falls er sich dazu zwinge, befalle ihn heftige Schlafsucht, so dass ihm die Zeilen vor den Augen tanzen. Im letzten Winter (diese Aufzeichnungen rühren vom Juni 1898 her) seit einer heftigen Influenza wurden mit der allgemeinen Abmagerung diese Symptome heftiger und es traten auch Verdauungsstörungen auf. Gemütsaufregungen, die hierzu beitrugen, sind der Tod einer Tante, die

Digitized by Google

an Mutterstelle ihn auferzogen hatte, und der Tod eines Fräuleins, mit welchem er sich verloben sollte.

Er gebraucht die Franklinisation über zwei Monate. Nach wenigen Sitzungen hören die Blutanwallungen in den Kopf auf, nur die Öde im Kopfe überdauert. Besonders ist es ihm noch mühsam, bei der mathematischen Stunde aufmerksam zu sein. Allmählich beherrscht er sich besser und kann bei anhaltendem Studieren die Schläfrigkeit, die ihn befallen möchte, fortjagen. Da inzwischen die Schulferien angekommen sind, bricht er die Behandlung ab, um in seine ferne Provinz abzureisen, woher er mir schriftlich seine wiedererlangte Gesundheit bestätigte.

In eine zweite Gruppe vereinige ich alle die Kranken, in welchen ausser der Erschöpfung auch Angst vorhanden ist: besser gesagt, in welchen die krankhafte Furcht das Hauptmoment darstellt, das die Sinne gezwungen hält. Dieselbe tritt meistenteils anfallsweise auf und während der Anfälle sind die Kranken absolut unfähig, etwas anderes zu leisten, sich mit anderen Dingen zu beschäftigen, als mit dem Inhalte ihrer Besorgnis. Es handelt sich um jene Form, welche teilweise in das Gebiet der Zwangsvorstellungen reicht, teilweise noch neurasthenische Melancholie genannt wird. S. Freud war der erste, der die Wichtigkeit einsah, solche Fälle in eine Gruppe zu vereinigen, die er Angstneurose benennt, da alle einen gemeinsamen Entwicklungsmechanismus haben. Deren Abstufungen sind sehr verschieden: bei dem einen erscheint sie als Unentschlossenheit, hinter welcher die ängstliche Befangenheit steckt, dass alles, was er ausführt, nicht recht ist; bei dem andern ist Muskelunruhe vorhanden: er muss sich bewegen, auf und abgehen, alles was er sieht anrühren, sich selbst betasten. Noch andre fürchten „die Krankheit“ überhaupt oder bestimmte Krankheiten: Schlaganfall, Herzkrankheit, Erstickung aus Mangel an Luft. Der Anfall tritt öfters mit Schwindel oder Schwarzwerden vor den Augen auf; andre Male ist er mit körperlichen Empfindungen assoziiert, so mit Brustsperre, mit Gefühl, dass der Kopf in einen eisernen Ring eingezwängt wird, mit flüchtigen Schmerzäusserungen in den Muskeln. Der Inhalt der Furcht ist verschieden: ausser der schon genannten Krankheitsangst treffen wir die Angst, etwas schlechtes, unmoralisches ausführen zu können (Selbstmord, Totschlag, bes. bei den eigenen Kindern, oder einen Wechsel zu unterschreiben, ein Rezept mit verkehrten Medikamenten oder mit tödlichen Dosen zu verschreiben), die Furcht in eine gefährliche Situation zu kommen (Platzangst, Höhenschwindel, Brücken- und Wasserfallanziehung usw.). Entsprechend dem Inhalte der Angst ist das Verhalten des Kranken: dieses wird im Grunde genommen ein sich fortwährendes Verteidigen gegen das gefürchtete Vorkommnis.

Digitized by Google

Eine der grössten Qualen solcher an Angstneurose leidenden Kranken ist die Schlaflosigkeit. Es ist nicht das Einschlafen, welches mangelt — das kommt sogar öfters während der Verdauung vor. Aber da das unbewusste Denken auch im Schlafe fortwirkt, was sich meistenteils als Träume kundgibt, und da bei solchen Neurasthenikern der ganze Ideenkreis, der irgendwie mit der Angst assoziiert ist, sehr leicht dieselbe zum Vorschein bringt, so geschieht es öfters, dass nach den ersten Stunden tiefen Schlafes, wie derselbe dem Träumen einen Spielraum lässt, die Angst aus dem Unbewussten eine so anschwellende Grösse erreicht, dass der Kranke plötzlich erschreckt aufwacht und schwerlich wieder einschlafen kann. Gerade diese Leichtigkeit, seine Gefühlssphäre in Vibration zu setzen, wird von der statischen Elektrizität beeinflusst: während der Behandlung bemerkt der Kranke, dass die Anfälle ihn sanfter aufregen — er könne sich dabei besser beherrschen; der Schlaf ist tiefer und regelmässiger und dauert ungestört die ganze Nacht. Dadurch kann auch das erschöpfte Nervensystem sich kräftigen und die Heilung ist leichter zu erreichen.

VII. E. G., 42 J. alt. Mutter nervös; ein Vatersbruder starb an progressiver Paralyse. Er selbst in der Kindheit „nervöses Fieber", welches als schwere Malaria aufgefasst und mit Luftveränderung behandelt wurde. Er erinnert sich von derselben, Anfälle von Weinen, und Furcht ins Haus, welches er krank verlassen hatte, zurückzukehren. Während seiner Jugend Globus im Halse. Geschlechtliche Ausschweifungen.

Er ist Ingenieur: ist aber passionierter Magnetiseur, was er als Spiel in Gesellschaft sehr oft ausführt. Ermüdet sich dabei sehr oft, da er der Idee huldigt, durch seine Kraft alle, selbst die rebellischsten Personen, in den magnetischen Schlaf verfallen lassen zu können. Ich erwähne diesen Umstand, weil er selbst ihn als Gelegenheitsursache seiner jetzigen Krankheit betrachtet.

Im Januar 1897 kam er zu mir in Begleitung, weil er nicht allein ausgehen könne aus Furcht, es könne ihm was auf der Strasse passieren. Er hatte vor einigen Monaten einen Schwindelanfall mitten auf der Strasse gehabt, habe sich schwer zu einem Wagen hingeschafft und sei mehr tot als lebendig nach Hause gefahren. Seit der Zeit könne er nicht mehr allein ausgehen; es komme ihm immer vor, er müsse plötzlich zuzusammenfallen und könne keine Hilfe haben. Dadurch ist er in allen seinen Handlungen und Geschäften behindert.

Mit dem statischen Bade behandelt, konnte er nach einigen Sitzungen allein zu mir kommen; zwei Monate lang liess ich ihn täglich eine Sitzung nehmen, andere vier Monate an wechselnden Tagen. Dadurch gelang

Digitized by Google

es ihm, sich vollkommen von allen Störungen zu befreien, und seit der Zeit ist er nie mehr krank gewesen.

An ihm bemerkte ich zum ersten Male ein anderes Resultat der Kopfdusche. Er ist stark kahlköpfig seit vielen Jahren: seine Glatze ist vollkommen glatt wie eine Billardkugel. Nun während der Behandlung bedeckte sich seine Glatze mit reichlichen hellblonden Flaumhaaren, ohne dass ich je etwas spezielles dafür getan hätte; er sass nur wegen seiner Angst täglich 7—10 Minuten unter der Kopfglocke.

VIII. R. P., 62 Jahre alt. Finanzbeamter. Von gesunder Familie, kräftiger Konstitution und in gutem Ernährungszustande. Er machte als Offizier die Freiheitskriege mit und litt nie an irgendwelcher Krankheit. Hat Frau und Kinder, die alle ebenfalls gesund sind.

Vor drei Jahren liess er sich von zwei Frauen, um deren Gunst er sich bewarb, hintergehen, indem er für einen dem Bankerotte entgegeneilenden Kaufmann mit Wechselbürgschaft einstand. Die Folge davon war, dass er ein Vermögen, welches er Pfennig für Pfennig für seine Familie angehäuft hatte, im Nu verschwinden sah und das alles für nichtswürdige Frauen! In seinem Innern war er tief gekränkt, nur die Sorge, den Seinigen die wahre Ursache seines Ruins verborgen zu halten, enthielt ihn vom Selbstmorde, der ihm immer vor Augen schwebte. Er befindet sich jetzt in einem Zustande von Teilnahmslosigkeit an allem, isst nur, sich Gewalt antuend, und mit dem Genuss, als ob er fortwährend Gift einnähme, und nach dem Essen springt er auf und ist gezwungen, wie ein wildes Tier im Käfig, auf und ab zu marschieren. Dabei hat er das Gefühl sterben zu müssen und brummt impulsiv die Worte: „falls das sein muss, so soll es gleich geschehen!“ Nachts springt er im Schlafe auf und läuft im Zimmer auf und ab von derselben Zwangsrede gequält. Hat mehrere innere Behandlungen sowie Luftveränderungen durchgemacht, ohne Trost zu finden.

Nach anderthalbmonatlicher Franklinisation fand er die verlorene Ruhe wieder.

IX. F. C., 60 Jahre alt; Grundbesitzer; von gichtischer aber sonst gesunder Familie.

Mit 20 Jahren zum ersten Male neurasthenisch, wobei er eine schon bestimmte Heirat aus inhaltsloser Angst aufgeben musste. Nachdem heiratete er eine andere Frau ohne Schwierigkeit.

Mit 58 Jahren ohne ihm bekannte Ursache Rückfall der Angstneurose: diesmal aber mit der Furcht, seine Familie ruiniert zu haben; dabei vollkommen schlaflos mit reissenden Schmerzen im Hinterkopfe, die ihn von jeder ausgiebigen Beschäftigung ferne halten.

Digitized by Google

Nach 20 Sitzungen im statischen Bade gibt er aus Unentschlossenheit die Kur auf, kommt aber nach anderen zwei Wochen zu mir während eines Angstanfalles: er ist blass im Gesicht, sein Puls ist hart, er läuft auf und ab in meinem Konsultationszimmer mit stark aufgesperrten Augen, windet sich hier und da, sich auf das Sopha werfend, mit der Klage, „er fühle sich erdrosselt und müsse sterben". Alle guten Ereignisse, die ihm zukommen können, seien nur Tantalus-Qualen, weil er sie nicht geniessen könne. Seit dem Augenblicke ist er gleichmässiger in der Behandlung und erhält nach einigen Monaten Franklinisation vollkommene Ruhe, zuerst im Schlafe und nachträglich auch während des Tages und in seinen Geschäften.

Eine dritte Gruppe enthält auch hereditär belastete Kranke. Sie haben ein zwar ruhiges Leben geführt, haben aber nie dabei ihre Zufriedenheit gefunden, so dass das Missvergnügen ihren Charakter und ihre Lebensfreude unterminiert hat. Es genügt, dass eine Widerwärtigkeit sie ein wenig aufrege, dass sie sofort mit Schlaflosigkeit und Erschöpfung antworten. Wir treffen öfters diese Form unter den Frauen. Die Sorge, die sie dabei quält, ist meistenteils den Umständen nicht angemessen, erscheint daher unlogisch, ist oft so geringfügig, dass die Angehörigen sich darüber ärgern und dadurch den Kranken unwillkürlich noch mehr peinigen.

X. Fräulein A. S. von physisch gesunder aber moralisch verschrobener Familie. Die Kranke selbst aber schwächlich. Genoss eine höhere Erziehung, die ihr das Milieu, in welchem sie lebt, gemein erscheinen läst. Von gutem Naturell, nimmt alles auf sich, was die Familie von ihr verlangt, aber mit trübem Herzen und noch dazu, ohne dass die anderen es merken, dass sie nur aufopfernd sich dazu gibt. Hat mehrere Heiraten abgewiesen, weil sie ihren Träumen nicht entsprachen und sah nacheinander alle die jungen Männer, die sie gewünscht hätte, andere Heiraten eingehen. Dadurch zog sie sich immer mehr zurück und trotzdem, dass sie der Familie zu Liebe überall mitging, war ihr Gemüt doch einsam. Sie fing an, besonders am späten Abend, in ihrem Schlafzimmer ihre Lieblingsgedanken zu pflegen, wobei sie sich zuerst mit Kaffeetrinken den Schlaf vertrieb, nachher aber in vollkommene Schlaflosigkeit geriet. Daraus Erschöpfung, Unmöglichkeit, den häuslichen Arbeiten nachzukommen, Aufmerksamkeit einer Lektüre zu widmen, einen Brief zusammenzuschreiben.

Schon nach der zweiten Franklinisation fing sie an, ruhigere Nächte zu verbringen. Bei ihr versuchte ich, mittels des Mundschen Apparates Wechselstrom zu gebrauchen, sie bekam aber dabei jedesmal Kopfschmerzen. Die Funken machten sie noch nervöser. Nur das

Digitized by Google

konstante gleichgerichtete statische Bad wirkte beruhigend und nach einer dreiwöchentlichen Behandlung hatte sie ihre Gemütsruhe erlangt.

XI. F. M. 23 Jahre alt, aus nervös veranlagter Familie. Hat schon 6 Kinder geboren. Vor einigen Jahren litt sie an Furcht, herzkrank zu sein, wovon sie sich vollkommen befreit hat.

Die wiederholten Schwangerschaften liessen sie eigentlich nie recht aufkommen. Auch die Geburten sind nicht alle gut verlaufen, manche war von starken Blutverlusten begleitet.

Sie hatte auf der Oberlippe etwas Flaumhaar, welches sie mit einem chemischen Enthaarungsmittel zerstörte. Da dasselbe aber nachträglich stärker wuchs, ist sie jetzt von Zwangsgedanken gequält, diese Verunschönigung liesse sie das Leben nicht geniessen. Sie sitze den ganzen Tag vor dem Spiegel, könne die Hausgeschäfte nicht besorgen und vernachlässige die Kinder, die sie früher sehr lieb hatte. Will nicht ausgehen, damit alle diese Gefühle nicht an ihrem (in der Tat sehr wenig angedeuteten) Schnurrbarte abgelesen werden.

Die entfernten Ursachen ihrer Krankheit sind, dass sie den Willen der Eltern über sich ergehen liess bei einer Heirat, während sie einen anderen liebte. Letzteres Gefühl kam besonders deutlich zustande, als dieser kurze Zeit danach starb. Ihr Schmerz über den Tod der geliebten Person wurde gar nicht geschont, ja sogar ihr Gemahl wurde eifersüchtig auf deren Andenken und quälte sie und neckte sie, soviel in seinen Kräften stand.

Nach 25 franklinischen Bädern erreichte sie Gemütsruhe und vergass alle Zwangsgedanken.

XII. A. L., 48 Jahre alt, Gymnasialdirektorsfrau. Kräftig gebaut. Schon in der Kindheit habe sie sich in der grossen Menge nicht wohl gefühlt. In der Jugend bei einem Volksfeste bekam sie ein Eisenstück von einem gesprungenen Mörser an die Stirne geflogen: sie war glücklicherweise in so einer Entfernung, dass keine Wunde entstand: es genügte aber, um sie zu betäuben und sie wurde im bewusstlosen Zustande nach Hause getragen. Seit der Zeit grosse Angst vor Feuerwerken. Sie ging bei schon reifem Alter eine Heirat ein, von welcher sie viel erwartet hatte. Fand dabei aber keine moralische Befriedigung, und ihre fortwährende Pein ist, keine Kinder zu haben, was ihr das Gefühl ihrer Nutzlosigkeit fortwährend vor Augen hält. Das alles war aber nur innere Unzufriedenheit, wovon eigentlich niemand eine Ahnung hatte bis zum Augenblicke einer schweren Ungerechtigkeit, die ihrem Manne zugefügt wurde. Sie hatte sich empören wollen, musste aber stillschweigend alles über sich nehmen, so lange eine Untersuchung währte, aus welcher

Digitized by Google

ihr Gemahl vollkommen reingewaschen herauskam. Aber für sie galt als die ärgste Beleidigung, schon die Untersuchung angeordnet zu sehen. Bei dieser Gelegenheit hatte sie die ersten deutlichen nervösen Beschwerden: sie fühlte ihre Zunge angebunden und ihren Hals zugeschnürt. Mit ein wenig Bromkali hörte das nach wenigen Tagen auf. Seit dem Ereignisse blieb ihr aber eine konvulsivische Bewegung im Stirnmuskel zurück, die sie mit Handzugreifen zum Stillstehen bringt. Sie ist jetzt gezwungen, überall, auch mitten auf der Strasse, mit der Hand in die Haare zu greifen, es kommt ihr vor, falls sie das nicht tue, werde sie das Gehirn verlieren. Schlaflosigkeit in der Nacht.

Gehör- und Geruchsinn sind schmerzhaft hyperästhetisch. Sehnenreflexe gesteigert.

Nach 15 statischen Bädern fing sie ruhig zu schlafen an. Hierauf begann ich auch etwas Psychotherapie, wodurch sie auch von den anderen Erscheinungen befreit wurde.

Eine andere Gruppe Erschöpfter, in welcher die Franklinisation vorzügliche therapeutische Resultate gibt, ist jene lokalisierter Neurasthenie, sei dieselbe von nosophobischen Gefühlen begleitet oder nicht. Es handelt sich meistens um Störungen in der Funktion der Eingeweide, die nicht autochthon entstehen. Falls ich eine Analogie gebrauchen sollte, müsste ich mich ausdrücken, dass, wie die Erschöpfung mancher Gehirnzentren Unaufmerksamkeit und Unzufriedenheit hervorruft, so die Erschöpfung anderer Nervenzentren (ich lasse unentschieden, ob dieselben Gehirnzonen seien oder sympathische Zentren), schlechte Innervation der Gedärme, des Herzens, schlechten Trophismus der organischen Drüsen hervorrufen könne.

XIII. O. A., 28 Jahre alt. In der Familie Nervenkrankheiten. Der Vater, zwar in hohem Alter, an Gehirnanämie leidend — ein Vatersbruder mit progressiver Paralyse. Mutter und Schwester gesund. Er selbst geniesst das Leben nach allen Seiten, ist aber ein intelligenter und froher junger Mann, der sich diesen Genüssen mit eigener Initiative und Ausdauer zu entreissen versteht.

Drei Jahre, bevor er zu mir kam, litt er an Ileotyphus. Zwei Jahre danach Magenkatarrh, der von allen Ärzten als Rest der Infektion betrachtet und mit Desinfektantien und beschränkter Diät behandelt wurde, ohne dass er davon eine wahre Besserung bemerkte. Sogar Luftveränderung und Landaufenthalt blieben erfolglos. Er ist sehr abgemagert. In letzter Zeit trat auch Schlaflosigkeit hinzu, weswegen er sich an mich wandte. Über eine äusserliche Gelegenheitsursache gefragt, erzählt er mir, er habe vor dieser Krankheit eine Zeitlang Coitus interruptus unmittelbar nach dem Essen fast täglich ausgeführt und das habe ihm die Verdauung

Digitized by Google

gestört. Er gab zwar das ungesunde Vergnügen auf, konnte sich aber vom Magenkatarrhe nicht befreien. Nur bei Gebrauch von Pepsin und bitteren Tropfen konnte er etwas verdauen, sobald er aber zur gewöhnlichen Familienkost zurückging, fingen die Beschwerden von neuem an. Die Zunge weiss belegt. Magensekret zeigt bedeutenden Mangel an Salzsäure. Nach einem Monate statischer Elektrizität zuerst mit Hauch, dann mit Funken auf die Magengegend, gibt er das Pepsin auf, und die elektrische Behandlung fortsetzend, fängt er an die gewöhnliche Mahlzeit seiner Familie mitzuessen, ohne an Verdauungsstörungen zu leiden. Er bemerkte auch, dass die hartnäckige Stuhlverstopfung, die ihm vom Darmtyphus zurückgeblieben war, zu schwinden begann: mit einer sehr grossen Regelmässigkeit hatte er täglich genau eine Stunde nach dem elektrischen Bade einen ausgiebigen Stuhlgang.

Er gebrauchte noch die Behandlung in wechselnden Tagen durch einen anderen Monat und erhielt vollständige Heilung.

XIV. G. F., 60 Jahre alt; Verwaltungsbeamter. Vor sechs Jahren hatte er eine ähnliche Neurasthenie, die für Magenkatarrh aufgefasst und mit Magenpumpen behandelt wurde, dabei aber sich verschlimmerte. Er heilte damals 8 Monate nach Beginn der Krankheit und nachdem er jede lokale Behandlung aufgegeben hatte.

Jetzt klagt er über Schwäche in den Beinen, Trübsinn mit Leichtigkeit über seinen Zustand zu weinen und Magenschwäche. Sowie er Speisen oder auch nur einen Tropfen Wein einnimmt, hat er sofort das Gefühl, als ob der Magen in die Weichen heruntersinke: daselbst verursache er ihm einen peinlichen Druck, so dass er weder sitzen noch stehen könne: er müsse sich absolut niederlegen, was natürlich eine Störung in seinen Geschäften mit sich bringe. Zugleich werde er unruhig, male sich die Unheilbarkeit seines Leidens mit deutlichen Farben vor. Eine halbe Stunde nach dem Essen steigen ihm oft die Speisen zum Munde zurück und er sei zum Wiederkauen genötigt. Kräftig gebauter Mann, z. Z. blass und abgemagert. Reflexe gesteigert. Von inneren Organen Magenerweiterung. Im Urin Phosphate und Harnsäure in Exzess.

Mit franklinischem Hauche auf den Magen heilte zuerst der Trieb zum Wiederkauen und nach andern zwei Monaten Behandlung auch der Trübsinn.

XV. E. S., 46 Jahre alt. Von gesunder Familie. Geschlechtliche Ausschweifungen während des ganzen Lebens. Mit 25 Jahren sehr reizbar.

Seine erste Neurasthenie währte 6 Monate; im Jahre 1886; nach der Choleraepidemie verursachte ihm die Furcht einen Rückfall. Er setzte sich manchen ängstlichen Momenten aus, bei seinen geschlechtlichen

Digitized by Google

Abenteuern bes., nachdem er geheiratet hat und im Grunde genommen auf Kosten seiner Frau, die Hebamme ist, lebt. Einmal hatte er dabei das Gefühl, als ob ihm das Herz durch und durchgestochen worden wäre. Im vergangenen Winter Harnbeschwerden, von der ungewohnten Kälte abhängig — sofort aber zugleich Herzschwäche. Jetzt müsse er alle drei Stunden essen, sonst würde der Puls immer schwächer bis zum Stillstande, falls er nicht rasch genug etwas einnimmt. Er ist sicher, dass er dabei sterben würde und geht deswegen immer herum mit Speisen in den Taschen.

Puls 86. Der zweite Aortenton etwas verstärkt. Franklinisation mit Hauch auf die Herzgegend; der Puls wird dabei langsamer. Nach zwei Sitzungen wird er angehalten, das Zwangsessen aufzugeben, und tatsächlich hält er sechs Stunden aus ohne etwas zu geniessen. Damit zufrieden, verlässt er die Behandlung; ist aber noch tief überzeugt, dass, falls er nicht alle sechs Stunden ässe, er mit Herzstillstand sterben würde.

XVI. A. R., 24 Jahre, Mediziner. Seit sechs Jahren, als er sich für die Prüfungen melden soll, leidet er an Kopfschwindel und Zittern, welche direkte Folgen sind einer Herzinsuffizienz. Jedesmal, wie er intensiver und kontinuierlicher studiert, tritt ein mitralisches Geräusch auf — welches bei freiem Leben auf dem Lande spontan aufhört. Das sei sehr schön, störe ihn aber so stark beim Studium, dass er einige Jahre ohne Prüfungen vorbeigehen liess.

Ich lasse ihn gerade während der Zeit dieses intensiven Studiums täglich die Franklinisation mit Wind auf die Herzgegend gebrauchen und er wird dadurch in den Stand gesetzt, seine Prüfungen ohne Störung und mit gutem Erfolge zu bestehen. Dabei bemerkte ich, dass schon nach 10 Applikationen das mitralische Geräusch sich zu modifizieren anfing und nach 20 vollkommen verschwand.

Diese sind mehr oder weniger Paradigmata für jene Formen von Neurasthenie, welche am meisten gute Erfolge von der statischen Elektrizität haben können.

Manche Autoren und besonders diejenigen, welche behaupten, die statische Elektrizität wirke als Suggestion, rühmen sie bei der Hysterie. Ich pflege diese Krankheit mehr mit psychotherapeutischen Prozeduren zu behandeln: gebrauche aber manchmal den Funken um eine Hypoästhesie zu modifizieren, oder den Wind um eine Ovarialgie zu lindern, mehr als symptomatische Wirkungen, die meistenteils auch sehr rapid sind.

Man hat viel von dem Einflusse der Franklinisation auf die monatliche Periode der Frauen gesprochen: ja man hat sogar behauptet, man müsse während dieser Zeit die Behandlung auch, falls sie aus anderen Gründen ausgeführt wird, aufgeben. In Fällen von Chlorose oder von

Digitized by Google

nervösen Beschwerden, die von der Menstruation hervorgerufen werden, kann man zum statischen Bade greifen: ich habe aber nie bemerkt, dass diese Behandlung eine normale Periode zu heftig oder zu lange dauernd werden lässt, so dass ich keinen Grund habe, in den Tagen der Menstruation die Applikationen aufzugeben.

XVIII. Ich hatte auch Gelegenheit, eine günstige Wirkung von der Franklinisation in einem Falle von Gesichtsneuralgie zu bemerken. Es handelte sich um einen 50jährigen Herrn mit heftiger Neuralgie in dem zweiten und dritten Aste des Trigeminus mit einseitigem Trismus, wodurch er rund volle zwei Jahre verhindert gewesen war, harte Speisen zu essen. Mit den Thermalbädern besserte sich sein Zustand, im Winter und bei Gemütsaufregungen wurde er wieder schlechter. Dabei Unempfindlichkeit vor der Ohrmuschel. Es ist möglich, dass diese Schmerzen Prodromalphänomene eines Tabes dorsalis wären: das ist aber nicht nachgewiesen wegen Mangel anderer Erscheinungen. Nun blieb bei diesem Herrn die Galvanisation ziemlich erfolglos und ich entschloss mich, die ganze Gesichtshälfte mit dem franklinischen Winde zu behandeln. Die Linderung der Schmerzen war unmittelbar — sofort nach der Sitzung konnte er eine Zeitlang kauen und die Besserung schritt regelmässig fort.

Diese schmerzlindernde Wirkung dürfte die wichtigste Seite sein bei der Behandlung der Brandwunden und der Frostbeulen; ich habe aber dabei keine persönliche Erfahrung. Nur bei einer Quetschung am Fingernagel, wo ich sofort den elektrischen Wind, um die starken Schmerzen zu lindern, gebrauchen lies (es war an einer Person meiner Familie), konnte ich beobachten, dass die purpurfarbene Suffusion, welche bei solchen Gelegenheiten aufzutreten pflegt, sich nicht zeigte, dass vielmehr eine schwache Röte, die auch weiter schmerzlos blieb, nur ein paar Tage zu sehen war und rasch verschwand.

Bezüglich der Hautkrankheiten konnte ich in den letzten Jahren ekzemartige Formen behandeln, die sehr schön und sehr rapid verschwanden, ohne dass es nötig gewesen wäre zur Depilation zu schreiten (es handelte sich um Fälle von Ekzem im Barte). In einigen von diesen sah ich Rückfall eintreten, immer aber schwächer und entfernter als mit den früheren Behandlungsmethoden, so dass ich die Überzeugung habe, dass schliesslich doch auch vollständige Heilung stattfinden wird.

Bei der chronischen Laringitis mit heftigem Hustenreiz konnte ich diesen mittels Ozoninhalationen, die ich ohne spezielle Apparate einfach durch eine spitze Elektrode vor dem offnen Munde ausführte, sehr leicht bekämpfen. Es war nur eine symptomatische Beruhigung, die die lokale Therapie nicht ausschliessen sollte, sie hat sich aber konstant günstig gezeigt.

Digitized by Google

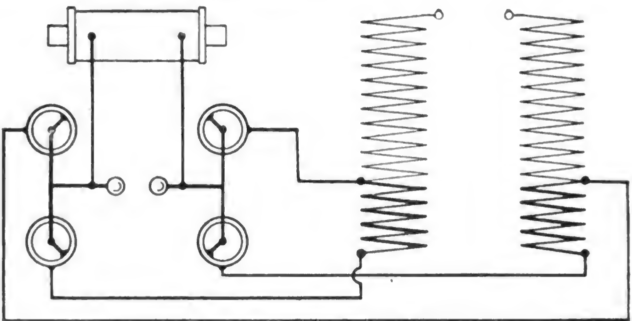
B. Technische Mitteilungen.

Ein doppelpoliger Resonator.

Bei der Behandlung mit hochgespannten Hochfrequenzströmen, wie sie unter anderem durch Resonatoren erzeugt werden, geht bekanntlich der grösste Teil der Energie durch Ausstrahlung in den Luftraum verloren.

Um diesen Nachteil zu vermeiden und gleichzeitig die Wirksamkeit der Ausstrahlungen zu vergrössern, hat Dr. Oudin, Paris, einen Apparat angegeben, dessen durch deutsches Reichspatent geschützte Ausführung für Deutschland die Firma Reiniger, Gebbert & Schall übernommen hat.

Der Hochfrequenzapparat besteht aus einem Oszillator (Leydenerflaschen mit Funkenstrecke) und zwei Resonatoren, welche so an die vier Leydenerflaschen des Oszillators angeschlossen sind, dass ihre Polarität in jedem Zeitmomente an den Endklemmen eine entgegengesetzte ist, die Ausstrahlungen sich also gegenseitig anziehen. Untenstehendes Schema veranschaulicht die Schaltung des doppelpoligen Resonators.



Die Punkte der Stromzuleitung an den Resonatoren sind fest und in ihrer Lage so gewählt, dass die Ausstrahlung ein Maximum sind. Die Regulierung der Intensität der Entladungen wird im primären Stromkreis des im Schema mit angegebenen Induktors bewerkstelligt, welche Regulierung jedenfalls ökonomischer ist, als eine solche im primären Stromkreis der Resonatoren.

Die Ausstrahlungen an den Endklemmen der Resonatoren erreichen bei Anschluss des neuen Apparates an einen leistungsfähigen Induktor eine Länge bis zu 50 cm, bei Anschluss an einen Hochspannungs-Wechselstrom-Transformator unter Umständen sogar noch mehr, so dass der doppelpolige Resonator in dieser Beziehung dem gewöhnlichen, einfachen Apparat um etwa das Fünffache überlegen ist.

Die Applikation der Entladungen auf den Patienten geschieht derart, dass derselbe entweder zwischen beiden Resonatoren Platz nimmt, und so die durch

Digitized by Google

ihn hindurchgehenden Entladungen auf sich wirken lässt, oder aber so, dass der Patient eine mit der Endklemme des einen Resonators in Verbindung stehende Elektrode in die Hand nimmt, während der behandelnde Arzt eine mit der Klemme des zweiten Resonators verbundene Pinsel- oder Kugelelektrode dem Patienten nähert. Die Ausströmungen des Resonators, mit dem der Patient durch die Elektrode direkt verbunden ist, verschwinden dabei, während sich die Entladungen an der an den zweiten Resonator angeschlossenen Pinsel-Elektrode in ihrer Länge nahezu verdoppeln.

Der Vorzug des doppelpoligen Resonators gegenüber dem einfachen Apparat besteht, wie aus vorstehendem ersichtlich, also darin, dass die Entladungen bei jenem Apparat erheblich stärker sind, und ausserdem auf den Patienten konzentriert werden können, Verluste durch Ausstrahlungen in den Luftraum demzufolge ausgeschlossen sind.

Die Erfolge, welche Dr. Oudin mit dem doppelpoligen Resonator bisher zu verzeichnen hatte, geben der Erwartung Raum, dass sich der Apparat auch in kurzer Zeit in Deutschland einbürgern wird.

Ein Instrumentarium mit einfachem Resonator lässt sich übrigens durch Anschaffung eines zweiten Resonators zu einem doppelpoligen Resonator umgestalten, da es nicht durchaus notwendig ist, dass der Oszillator vier Leydenerflaschen besitzt. Die Länge der Ausstrahlungen ist bei Anwendung zweier Leydenerflaschen zwar nicht so gross, als bei Benützung von vier Flaschen, indessen ist der Unterschied nicht sehr erheblich, die Länge der Ausstrahlungen beträgt also auch ein Vielfaches der des einfachen Resonators.

C. Literatur-Bericht.

I. Sammelreferat.

Elektrokinesis.

Von **H. Kurella.**

Wiederholt ist in den letzten Jahren meine Aufmerksamkeit auf die Phänomene gerichtet worden, welche am Menschen entstehen, wenn man ihn zwischen zwei Metallplatten bringt, die mit den Polen eines starken Ruhmkorff verbunden sind. In Breslau beschäftigte sich ein in meiner Nähe wohnender Laie damit, mit Hilfe einer solchen Anordnung ein Institut für Behandlung der Tuberkulose zu betreiben, das nach etwa zwei Jahren einging; in Lemberg beschäftigte sich und beschäftigt sich vermutlich noch der Ingenieur Rychnowski, der sich grossen Zulaufs seitens des polnischen Adels erfreut, mit derselben Methode bei den verschiedenartigsten Leiden; er hat auch einen Vortrag über sein Verfahren gehalten und in einer Lemberger Zeitung, die mir zuging, publiziert; er kommt darin nicht über allgemeine hochtrabende Redensarten über geheimnisvolle Kräfte des Weltäthers und die Beziehungen zwischen Kraft und Stoff hinaus.

Ich wurde durch diese Erlebnisse in meiner Nähe, z. T. durch die Berichte von Patienten, die bei diesen Empirikern gewesen waren, ohne einen

Digitized by Google

Erfolg zu finden, veranlasst, mich in der Literatur nach wissenschaftlichen Mitteilungen auf diesem Gebiete umzusehen und fand bald eine erhebliche Produktivität. Erst Gergens (1876) dann Loeb, Radzikowski, Danilewsky haben auf diesem Gebiete gearbeitet, freilich zunächst, nach alter Tradition der Physiologie, am isolierten Nervmuskelpräparate des Frosches; die Arbeiten von Danilewsky liegen nun in einer zusammenhängenden Bearbeitung, die 1902 bei Veit in Leipzig erschienen ist, vor, und die erneute Beschäftigung mit seinen Arbeiten an der Hand dieses Buches veranlasst mich, an dieser Stelle ausführlich auf die ganze Materie einzugehen.

Andere Vorläufer, wie die ebengenannten, führt Danilewski in seinem Buche an, darunter den Italiener Magini und den vielseitig tätigen St. Leduc; Radzikowski wird nur kurz von Danilewski genannt; er scheint die Mitteilung jenes Forschers an die Belgische Akademie der Medizin und Naturwissenschaften vom 10. April 1899 nicht zu kennen.

Ich will mich hier vorwiegend mit den Arbeiten der beiden zuletzt genannten Forscher beschäftigen, zunächst mit denen Danilewskys.*)

D. geht davon aus, dass in allen Darstellungen der elektromotorischen Erscheinungen am Nerven fast ausschliesslich von Strömen, vom dynamischen Zustande der Elektrizität die Rede ist, während die Frage von der Elektrostatik des Neurons ignoriert wird; er fragt, ob man nicht eine Ladung der motorischen Zelle anzunehmen habe, ob diese Ladung nicht für die Fortleitung der intermittierenden Nervenerregung aus der Zelle durch den Axenzylinder von wesentlicher Bedeutung ist. Er geht nach einer hypothetischen Erörterung dieser Frage dann z. T. unter Anlehnung an Nernst zu der Frage über, ob in der Jonisation der Bestandteile des lebenden Protoplasmas nicht sein wesentlicher Unterschied gegenüber dem toten Protoplasma liege, ob die elektrische Reizbarkeit des lebenden Protoplasmas vielleicht auf das Vorhandensein organischer Elektrolyte im Zustande der Jonisation hinweist? Die lebende Substanz erscheine elektrisch aktiv in dem Sinne, dass ein minimaler äusserer elektrischer Impuls schon hinreiche, um die potenziellen elektrischen Kräfte dieser Substanz in kinetische Energie zu überführen, woraus aber nicht auf eine Anhäufung grosser Energiemengen in dieser Form zu schliessen wäre, vielmehr können an eine minimale Menge lebender Substanz schwer nachweisbare Mikroströme gebunden sein.

Schliesslich erörtert D. zumeist in Anschluss an Arrhenius die Tatsache, dass das Leben der irdischen Organismen sich in einem kolossalen elektrischen Felde abspielt, und geht auf die Bedeutung der atmosphärischen Elektrizität für das organische Leben ein.

Auf diese eingehenden, einleitenden Erörterungen, die einen erheblichen Teil der Schrift ausmachen, folgen die speziellen Versuchsergebnisse. Verwendet wurde meist ein mittelgrosses Induktorium, nebst Quecksilberunterbrecher, dessen Kontakt mit Alkohol reingespült wurde. Der Abstand zwischen der Spule und dem Präparate war immer gross, bei starken Strömen 2—6 Meter.

Die Ergebnisse sind im wesentlichen folgende:

Ein unipolares oszillatorisches elektrisches Feld, welches von einer

*) Mehrere Mitteilungen im Zentralblatt für Physiologie, im biologischen Zentralblatte, in russischen Zeitschriften, alle zusammengefasst in: Die physiologische Fernwirkung der Elektrizität, Leipzig, Veit & Co., 1902, XIV, 228 S. 8°.

Digitized by Google

Plattenelektrode (Zn El) eines Ruhmkorff'schen Induktoriums, dessen zweiter Pol zur Erde abgeleitet ist, erzeugt wird, erregt besonders beim Oeffnen in einem Nervenmuskelpräparate (NM) durch Induktion um so stärkere elektrische Schwingungen, je grösser der Umfang der Zn-Elektrode ist. Ist der Abstand zwischen NM und Zn El gross, so bleibt die Reizung subminimal; aber durch Annäherung der Hand oder eines anderen mit der Erde verbundenen Leiters, besonders an das distale Ende des NM-Präparates, kann man die induzierten elektrischen Schwingungen bedeutend verstärken, und es treten dann Zuckungen auf. Noch stärker als diese „sekundäre Induktion" wirkt eine Verbindung des NM-Präparates mit unserem Körper oder mit der Erde, besonders wenn der Leiter das distalwärts gelagerte zentrale Ende des Präparates oder, noch besser, den Nerv selbst berührt. Wird durch Annäherung des NM an Zn El das Potential der Induktion genügend erhöht, so treten „spontane Zuckungen" auf ohne Mitwirkung irgend welcher Leiter. Vergrössern wir die Endmassen am NM, und zwar am zentralen Ende („Anhängsel") desselben, so steigern wir dadurch ceteris paribus die elektrischen Schwingungen und die Reizung in NM. Verbindet man NM mit einem grossen (zur Seite stehenden) Kondensator oder mit der Erde, so kann man in einigen Metern Entfernung von einer grossen Plattenelektrode Zuckungen erhalten. Die elektrokinetische Reizung geht hauptsächlich im Nervenstamme vor sich; dies wird durch die Durchschneidungsversuche des Nervs bewiesen.

Bringt man zwischen **Zn El** und **NM** einen Schirm aus leitendem Material (Metallplatte, Hand), so unterbricht er das elektrische Feld, da die Energie durch den Schirm in die Erde geht; in NM hört die elektrische Induktion auf, und die Muskeln bleiben in Ruhe. Ist aber dieser Schirm isoliert, so kommt bloss eine Deformation des elektrischen Feldes zustande, die Reizung aber kann andauern. Im Gegenteil stören Schirme aus isolierendem Material (Paraffin, Glas) die elektrokinetische Reizung nicht.

Ein hermetischer Verschluss des Nervmuskelpräparates in einem leeren oder mit Vaselinöl gefüllten Glasgefässe lässt die Reizung ebenso günstig ausfallen, wie bei den entsprechenden Bedingungen in der Luft.

Eine sehr wichtige physikalische Bedeutung hat auch die Nachbarschaft von leitenden Massen. Leitet man aber vorher NM zur Erde ab und nähert man dann von hinten her, d. h. dem distalen Ende des NM Präparates, denselben Leiter, den man aber jetzt ebenfalls zur Erde abgeleitet hat, so wird die Reizung schwächer, und die Zuckungen können sogar verschwinden. Bleibt aber nur ein Objekt — entweder NM, oder der benachbarte Leiter — in Verbindung mit der Erde, so wird dadurch eine Verstärkung der Reizung erzielt. Ein (aus einem Streifen gebildeter) Metallring, welcher sich in einem variablen elektrischen Felde befindet, schliesst einen Raum ab, innerhalb dessen das Dielektrikum Luft sich in einem Polarisationszustand nicht zu befinden scheint; ein innerhalb dieses Ringes in dessen Ebene befindliches Nervmuskelpräparat lässt keine Reizung wahrnehmen, die Muskeln bleiben in Ruhe.

Eine sehr wichtige Bedeutung für die Erregung des Nerven hat die Orientierung desselben. Damit eine maximale elektrokinetische Reizung stattfinde, ist es notwendig, dass das Nervenmuskelpräparat in der Richtung der Fortpflanzung der elektrischen Kraft, d. h. der Kraftlinien entlang gelagert sei,

Digitized by Google

mit anderen Worten, dass das Präparat ein Maximum äquipotentialer Flächen durchschneide (Längslage).

Das Anlegen eines aus leitendem Materiale bestehenden Nebenbogens an das NM-Präparat, welches die Enden des Präparates verbindet und einen geschlossenen Kreis herstellt, hebt die Reizung sogar bei günstigen Bedingungen (starkes Feld, Längslage des NM usw.) auf. Durch gewisse Anwendungsweise des einfachen oder doppelten Nebenbogens kann man die elektrokinetische Reizung bloss im Nervenstamme oder sogar in einem bestimmten Bezirke desselben lokalisieren (Versuche 20—25).

Die elektrokinetische Reizung kann man dem Nervmuskelpräparate durch mehrere Spiralen oder Personen übermitteln, welche isoliert und ohne gegenseitige Berührung zwischen der Elektrode und NM gebracht werden. In jeder derselben werden induktive elektrische Schwingungen erregt, die in der gleichen Weise und auch weiter sekundär, tertiär usw. wirken. Die Ableitung einer dieser Personen (bzw. Spiralen) zur Erde hebt die reizende Wirkung der letzten Person auf den Nerv durch Annäherung der Hand an NM oder durch Berührung auf.

Hinsichtlich der physiologischen Eigenschaften scheint die elektrokinetische Reizung sich von der Reizung desselben motorischen Nerven durch einen einzelnen Induktionsschlag bei der unmittelbaren Elektrodenanlegung (gewöhnliche elektrische Kontaktmethode) — bei entsprechenden Vergleichsbedingungen — nicht zu unterscheiden. Sowohl die Form des Myogramms, als auch die Latenzzeit fallen in beiden Fällen ganz gleich aus. Dasselbe gilt auch von der Dauer der einzelnen Zuckung und von der Art der Summation der Zuckungen zum Tetanus. In Anbetracht dessen kann die Stärke eines gegebenen elektrokinetischen Reizes durch die Stärke eines Induktionsschlages ausgedrückt werden, der bei der elektrischen Kontaktmethode eine Zuckung von derselben Höhe hervorruft. Die Zahlen für die Dauer des Latenzstadiums deuten offenbar darauf hin, dass diese Dauer bei der Elektrokinesis etwas verkürzt ist. Was die Wirkung häufiger Reizungen anbetrifft, so ist bei der Elektrokinesis eine viel grössere Frequenz der elektrischen Schwingungen noch starke tetanische Kontraktionen hervorzubringen imstande.

Die angeführten Resultate der unipolaren elektrokinetischen Einwirkung können nicht nur mittels einer Ruhmkorffschen Spirale, sondern auch mittels eines Schlittenapparates von du Bois-Reymond und einer Elektrisiermaschine von Voss oder Holz usw. erzielt werden.

Eine unipolare elektrokinetische Reizung sensibler Nerven kann man an einem Frosche und an sich selbst unternehmen. Im letzteren Falle bringt man den Arm in ein starkes Feld, in das Lumen einer zylinderförmigen Elektrode; man kann dieses System als einen Kondensator betrachten, dessen äussere Armatur intermittierende Ladungen aus der sekundären Spirale erhält. Bei schwacher Wirkung treten in der Haut — auch nach Entfernung der Haare — eigenartige Empfindungen von Hauchen, Blasen auf, die bei einer Verstärkung des Feldes einen andern Charakter annehmen, es wird eine Art Erschütterung oder Vibration in der Haut empfunden; dann treten Empfindungen von Wärme, Schwitzen, Stechen und endlich Schmerzempfindungen auf. In einem genügend starken Felde werden auch Muskelkontraktionen beobachtet: die Reizung dringt also tiefer ein. Ein Verbinden des eigenen Körpers mit

Digitized by Google

der Erde oder mit irgend einem sehr grossen Leiter bewirkt eine Verstärkung dieser Empfindungen.

Bringt man ein Tier in die Höhle einer Spirale, durch deren Windungen man Ströme von hoher Spannung und ausserordentlich hoher Frequenz („haute fréquence“ von d'Arsonval) hindurchgehen lässt, so bleibt das Tier ruhig, aber durch Berührung oder durch blosse Annäherung eines zur Erde leitenden Drahtes kann eine Reizung hervorgerufen werden. Sowohl in dieser, als auch in der vorher beschriebenen Beobachtung wird das Tier auf ein hohes Potential geladen, was nach der Länge des Funkens, welcher aus dem Tiere gezogen werden kann, zu beurteilen ist.

Eine bipolare elektrokinetische Wirkung erhält man, wenn ein Nervmuskelpräparat zwischen zwei Platten (Zn El und Zn' El') gebracht wird, welche mit den Polen einer sekundären Ruhmkorffschen Spirale verbunden sind; NM kann auch ausserhalb der Elektroden gelegen sein, nur muss es sich in solchen Ebenen befinden, die dem Zwischenelektrodenraume entsprechen. Infolge einer gegenseitigen Neutralisation der ungleichnamigen elektrischen „Polaritäten“ (Interferenz bei gleichem Potentiale) bildet sich in der Mitte zwischen Zn El und Zn' El' eine elektrische neutrale, eine Indifferenzzone aus; ein in diese Zone gebrachtes NM-Präparat zeigt keine Reizerscheinungen, wenn es in einer Längslage, d. h. parallel und symmetrisch zu den Ebenen der Elektroden angeordnet ist, da in diesem Falle im NM-Präparate keine physiologisch-aktiven elektrischen Schwingungen induziert werden; die Muskeln bleiben in Ruhe. Das ist die Interferenz der bipolaren Neuroelektrokinesis.

Ist aber das Nervmuskelpräparat asymmetrisch, d. h. näher an Zn El bezw. Zn' El' gelegen, so bekommt man eine Reizung, obgleich NM eine Längslage einnimmt; die Zuckungen sind dann um so stärker, je stärker die Asymmetrie ist.

Jede andere Lage des NM-Präparates zwischen den Plattenelektroden — eine winkelige, schräge oder quere — bedingt ein Auftreten von Zuckungen, die bei der Querlage am stärksten ausfallen. Aber auch in der letzten Lage kann man die Reizung aufheben, wenn man an die Enden des NM-Präparates einen leitenden Nebenbogen anlegt. Dies geschieht auch dann, wenn im interpolaren Raume sich zwei NM-Präparate befinden, die miteinander durch leitende Brücken zu einem gemeinsamen Kreise verbunden sind. — Wird in ein bipolares Feld ein unversehrter Frosch gebracht, so beobachtet man, bei einer ausreichenden Stärke des Feldes und einer asymmetrischen Lage des Frosches, eine Reizung, und eine starke Unruhe des Tieres, die durch Herstellung der Symmetrie beseitigt werden kann (Versuche 40—45).

Werden einem motorischen Nerven die Enden beider Drahtelektroden von den Polen der sekundären Spirale eines Ruhmkorff in symmetrischer Weise genähert, so kann ein Überspringen von Funken zwischen beiden Enden und dem Nerven ohne sichtbare Reizung erfolgen: die Muskeln kontrahieren sich fast nicht. Aber bei einem einfachen oder doppelten asymmetrischen Durchlassen elektrischer Entladungen kommt eine Reizung zum Vorschein; die Kontrolle zeigt, dass Funkenentladungen von mässiger Stärke den Nerven nicht töten.

Um eine Nervenerregung bei völligem Schlusse des sekundären Kreises, d. h. in einem elektromagnetischen Felde hervorzubringen, ist ein starker

Digitized by Google

Strom und eine richtige Orientierung des Nervmuskelpräparates (welches behufs einer Verstärkung der Reizung zur Erde abgeleitet wird) erforderlich: liegt das zur Erde abgeleitete NM-Präparat senkrecht auf die Richtung des Leiters, welcher einen Teil des sekundären Kreises bildet, so bleiben die Muskeln in Ruhe; dagegen kommt die Reizung sofort zum Vorschein, wenn NM parallel zu demselben gebracht wird. Dieser Leiter, in dessen Nähe der Nerv einer elektrokinetischen Einwirkung unterworfen wird, kann aus einem geraden oder einem spiralig gewundenen Drahte Sp bestehen; die Spirale Sp verstärkt die Aktivität des Feldes; in diesem Falle wird NM — behufs einer Verstärkung der Reizung — paralle'l zur Axe der Spirale Sp gelagert. Je grösser und dichter die Spirale Sp ist, desto stärker sind die Zuckungen. In Anbetracht einer möglichen Elektrisierung des ganzen sekundären Kreises und folglich der Möglichkeit einer Bildung eines aktiven elektrischen Feldes von der Spirale Sp, wird letztere zur Erde abgeleitet (ohne freilich den Kreis der sekundären Spirale zu öffnen). Trotz dieser Ableitung der freien Elektrizität zur Erde lassen sich doch in der Nähe der Spirale Sp Reizungserscheinungen beobachten, wenn auch in viel geringerem Masse, als vor der Ableitung zur Erde. Umgekehrt, d. h. in einem die Reizung verstärkenden Sinne, wirkt eine leitende Verbindung der Spirale Sp mit grossen Metallflächen.

Ein elektrokinetischer Öffnungsreiz in der Nähe eines geschlossenen Kreises kommt in der Nähe einer primären Ruhmkorffschen Spirale allein (nach Entfernung der sekundären), sowie auch bei Induktion höherer Ordnung, und zwar in der Nähe einer tertiären Spirale zustande.

Bringt man ein Nervmuskelpräparat innerhalb einer Spirale, welche in den geschlossenen Kreis einer sekundären Ruhmkorffschen Spirale eingeschaltet ist, so erhält man eine starke Reizung und zwar, wenn NM im Lumen der Spirale parallel zu den Windungen, d. h. senkrecht auf die Axe desselben gelagert wird. Führt man anstatt NM die eigene Hand ins Lumen der Spirale hinein, so können wir mit der andern Hand eine ziemlich starke elektrokinetische Reizung hervorbringen.

Ein Tier, welches ins Lumen einer Spirale, deren Draht in einen sekundären Kreis eingeschaltet ist, eingeführt wird, erleidet eine Reizung bei gewissen Bedingungen, wenn dieser Kreis durch einen Funken geschlossen wird. In diesem Falle nimmt die Aktivität des Feldes — im Vergleiche mit einem vollständigen Schlusse desselben Kreises durch einen Leiter — bedeutend zu. Eine ähnliche Verstärkung des aktiven Feldes in der Nähe der Spirale Sp wird auch beim Einschalten einer Leidener Flasche in den Kreis der sekundären Spirale beobachtet; das Nervmuskelpräparat zuckt in einer viel grösseren Entfernung bezw. die Zuckungen werden sogar in tetanische verwandelt (Versuche 61 und 62).

Ein Nervmuskelpräparat, welches sich in einem unipoloren elektrischen Felde befand, zeigte bald darauf eine gesteigerte Erregbarkeit, was sich durch Probereizungen der Nerven mittels eines Schlittenapparates von E. du Bois-Reymond vor und nach der Elektrokinesis feststellen lässt. Dasselbe Resultat erhält man auch durch eine Vergleichung der Zuckungshöhen, beim gleichen Probereize, vor und nach der Wirkung des elektrischen Feldes. Da dieser Zustand einfach dadurch erklärt werden kann, dass die vorausgegangenen „ausreichenden“ Reizungen im aktiven Felde ebenso wie die Reizungen nach

Digitized by Google

der elektrischen Kontaktmethode, einen Zustand erhöhter Erregbarkeit hinterlassen können, so wurde ein Nebenbogen während der ganzen Dauer des Versuches an das NM-Präparat angelegt; infolgedessen kam sogar in einem ziemlich starken elektrischen Felde keine sichtbare Reizung zustande. Nichtsdestoweniger liess ein vorher nach der Kontaktmethode festgestellter elektrischer Probereiz auch nach einer solchen elektrokinetischen Einwirkung eine gesteigerte Erregbarkeit erkennen. (Fortsetzung folgt.)

II. Auszüge und ausführliche Referate.

Auguste Charpentier (Nancy): Untersuchungen über die N-Strahlen im Organismus. (Archives d'electricite médicale, 1904, No. 134, 25. Januar.)

Charpentier hat zunächst gefunden, dass der von Blondlot zum Nachweise der N-Strahlen verwendete phosphoreszierende oder fluoreszierende Körper aufleuchtete, wenn man ihm dem menschlichen Körper näherte, dass diese Erscheinungen nahe einem Muskel, mehr noch einem kontrahierten Muskel, zunahm. Dasselbe zeigte sich für die Nähe eines nervösen Organs, besonders im Zustande der funktionellen Erregung. Die Erscheinungen treten nicht nur bei unmittelbarem Kontakte, sondern auch in der Entfernung auf. Das wirksame Agens verhält sich in bezug auf Transparenz, Reflexion und Brechung ganz wie die von anorganischen Körpern ausgehenden N-Strahlen. Nach mehrstündigem Dunkelaufenthalt erscheinen die Phänomen gleich intensiv.

Auch bei Frosch und Kaninchen erscheinen Muskel- und Nervengewebe als stärkste Quellen dieser Strahlen.

Die organisch produzierten N-Strahlen wirken nicht nur auf künstliche Lichtquellen, sondern auch auf physiologische Leuchtphänomene verstärkend. So auf das Leuchten von Photobacterium phosphorescens und italicum.

Die Sehnen zeigen, auch bei Muskelkontraktion, keine erregende Wirkung, wohl aber die Knochen an den Insertionspunkten der Sehnen. C. erklärt das aus dem grossen Nervenreichtum dieser der Kompression ausgesetzten Punkte, denn jede, auch leichte Kompression eines Nervenstranges, steigert seine Ausstrahlung. Die wichtigsten Quellen dieser Strahlen sind die nervösen, ganz besonders die zentralen nervösen Organe. Das Rückenmark markiert sich bei Verschieben des Probeschirmchens, am meisten an den Zervikal- und Lumbalanschwellungen, die dann noch stärker wirken, wenn eine von ihnen innervierte Muskelgruppe sich kontrahiert.

Auch für die motorischen Rindenzentren, am deutlichsten die der Sprache, hat C. eine gesteigerte funktionelle Strahlung nachgewiesen. Die entsprechende Strahlung liess sich gleichzeitig nicht an der rechten Kopfhälfte nachweisen. Das Auge ist Quelle starker Strahlung. Jedes nervöse Organ produziert ausser seiner Ruhe-Emission eine Aktions-Emission.

Die Beobachtung wird erleichtert, wenn man zwischen Auge und Schirm ein optisch rein blaues Glas bringt. Der vor die Stirn gebrachte Phosphoreszenzschirm leuchtet stärker, wenn die Aufmerksamkeit oder ein konzentrierter

Digitized by Google

Gedankengang tätig ist, als bei möglichst verringerter intellektueller Aktivität. „Diese Erscheinungen können für das Subjekt selbst sichtbar werden, es kann sich selbst denken sehen. Das Schirmchen wird vor der Stirn, etwas nach links, im Abstande von 8—10 Zentimetern aufgestellt und im oberen Teile des Gesichtsfeldes im indirekten Sehen beobachtet; es ist dann bei einiger Uebung nicht schwer, das Wechseln des Leuchtens zu beobachten.“ C. will daraus, dass diese Gedankenwirkungen nahe der Stirn am stärksten sind, keine Schlüsse im Sinne einer Lokalisation machen.

Die organisch produzierten N-Strahlen verhalten sich in physikalischer Beziehung etwas anders, als die anorganisch produzierten; so werden die Strahlen der Nerven durch Aluminium absorbiert, im wesentlichen sind es aber wohl charakterisierte N-Strahlen.

Der entnervte Muskel emittiert noch Ruhe- und Aktionsstrahlen.

Einige geringere Eigenheiten sprechen ferner noch für eine eigenartige Sonderstellung der N-Strahlen der Nerven.

C. E. Bowker. Die Theorie der „Onen“. (Electrical Engineer, 1903, Oktober.)

Bowker setzt die allgemeine Annahme als sicher voraus, dass die Atome der Elemente aus Partikelchen zusammengesetzt sind, wofür er als Beweis die Frauenhofer Linien anführt, die von allem Anfange an darauf hinweisen, dass das elementare Atom aus Teilchen bestehe, deren Eigenschwingungen und vielleicht harmonische Schwingungen genau unterscheidbare Linien im Spektrum erzeugen. Ebenso nimmt man allgemein an, dass in elektrischen Leitern die neutralen oder elektrisch ausgeglichenen Moleküle ganz oder teilweise in Partikelchen zerlegt werden, denen Clausius und Faraday den Namen „Jon“ beilegte. Ferner hat man schon lange vermutet, dass die verschiedenen physikalischen Eigenschaften der Stoffe gleichfalls nur aus der verschiedenen Anordnung derselben kleinsten Teilchen beruhen.

Man kann sich nun vorstellen, dass homogene Onen (das Primitiv von Jon und Elektron) so unendlich klein sind, dass sie praktisch unwägbar werden, dass sie vielleicht in passivem und selbständigem Zustand das Raummedium, den Aether, darstellen, der auf Schwingungen jeder Wellenlänge ausspricht und alle solchen Schwingungen überträgt, dass diese Onen aber erregt und zu einer wägbaren Masse vereinigt nur mehr je nach der Natur ihrer Zusammensetzung Schwingungen einer bestimmten Wellenlänge erzeugen und übertragen können. Man kann annehmen, dass diese Onen die Atome der verschiedenen Elemente durch die Verschiedenheit der Zahl oder der Systeme der Vereinigung darstellen. Die verschiedenen Gruppen oder Systeme derselben würden in einem Atom durch ihre verschiedenen Massen gerade so verschiedene Abstimmungen und daher charakteristische Spektrumlinie ergeben, wie die Klaviersaiten durch ihre Längen verschiedene Töne. Diese Onen könnten im Atom in träge Gruppen beliebiger Form durch Kohäsion vereint sein, oder Kreisbahnen beschreiben wie die Sterne des Sonnensystems, und so das unendlich grosse mit dem unendlich Kleinen verketten. Die verschiedenen Atome der Elemente könnten dann als Abweichungen der Systeme oder als Bildungen aus Systemen verschiedener Ordnung betrachtet werden. Man kann dann beispielsweise ein-

Digitized by Google

sehen, dass die trägen Gase der Argongruppe eine träge Vereinigung von Onen, dass aber die aktiveren Elemente rotierenden Weltsystemen gleichkommen und durch ihre Kreisbahnen die jüngst entdeckten Verdoppelungen und Verdreifachungen der Frauenhoferlinien hervorrufen würden. Es wäre dann wahrscheinlich, dass Atome aus einer geringen Onenzahl und deshalb von geringerem Atomgewicht und verhältnismässig einfacher Struktur, wie es in der Tat der Fall ist, häufiger vorkommen, als andere. Ebenso liesse sich erklären, dass sich Energieunterschiede in den erregten Onen, Atomen und Molekülen entweder durch einen Ueberschuss oder Abgang an normaler Energie oder durch eine Aenderung der Wirbel- oder Kreisbahnen anzeigen und so den positiven oder negativen elektrischen Zustand herstellen würden. Atome und Moleküle mit einem Ueberschuss an positiv elektrischen Onen (Posonen) würden dann positiv erscheinen und nur durch eine Vereinigung mit einem Körper mit einem Ueberschuss an negativ elektrischen Onen (Negonen) neutralisiert werden können. Wasserstoff und andere metallische Elemente würden positive Onen oder positive Bewegungsrichtungen und nicht metallische Körper negative Onen oder negative Kreisbahnen im Ueberschuss haben; die elektrische Intensität hätte sich dabei mit der Schnelligkeit der Wirbel- oder Kreisbewegung zu ändern.

Man kann dann weiter annehmen, dass in einem Zustand extremer Erregung durch Schwingungen grosser Intensität (überaus grosse Hitze) oder grosser Frequenz (ultravioletter. Röntgen- oder ähnliche Strahlen) sich die Onen von den Atomen trennen können, wobei die Bedingungen dieser Trennung von dem Aufbau und dem physikalischen Verhalten der verschiedenen Elemente abhängig wären. Der gleiche Zustand einer solchen explosiven Trennung könnte künstlich in Vakuumröhren unter dem Einfluss elektrischer Schwingungen hergestellt werden und damit den vierten Aggregatzustand, der das Gas zum Leiter macht und Kathodenstrahlen erzeugt, herstellen. Die treibende Kraft, welche die Onen vom Atom trennt, würde jenen eine hohe Geschwindigkeit in einer Richtung, vielleicht im Kreise um das Atom, erteilen und so negative Elektrizität erzeugen, während die Reaktion auf das grössere Atom eine geringere Geschwindigkeit in umgekehrter Richtung und damit positive Elektrizität hervorrufen würde. Diese Annahme erklärt das „Elektron“ und steht auch mit der Wellentheorie und dem Gesetze der Erhaltung der Energie im Einklang. Natürlich hätte der Grad der Trennbarkeit der Onen von den Atomen sich mit dem atomischen Aufbau der Elemente zu ändern. Die hohen Atomgewichte der neuen radioaktiven Elemente, die eine grosse Anzahl von Onen und eine komplizierte Struktur anzeigen, deuten darauf hin, dass diese in ihrem verhältnismässig unbeständigen Aufbau und labilen Gleichgewicht Onen oder Gruppen von Onen in sich schliessen, die sich als dauernde Ausscheidungen leicht abtrennen, indem aufgespeicherte Energie oder Energie kosmischen Ursprungs sich in Radioaktivität umwandelt. Drei Arten von Strahlungen könnte man dann unterscheiden; eine durch wirkliche Teilchen, die abgestossenen Onen, und zwei durch Wellen, welche durch die raschen Schwingungen der fortgestossenen Onen und die langsameren der Atome entstehen. Die Trennung der Onen kann in so kleinen Mengen erfolgen, dass die physikalischen Eigenschaften des Stoffes verhältnismässig wenig geändert aber doch solche Veränderungen hervorgerufen werden, wie sie beim Tor festgestellt

Digitized by Google

wurden. Diese Ausscheidungen von Onen könnten ein träges, vielleicht mit den Gasen der Argongruppe identisches Gas erzeugen.

Die Grundlagen der Trennbarkeit können sich mit dem physikalischen Verhalten derselben Substanz in den drei Aggregatzuständen ändern. Die Abscheidung kann bei festen Leitern, wie Kupfer, begrenzt oder zeitweilig sein und nur während des Stromdurchgangs eine Jonisierung veranlassen, beim flüssigen Elektrolyt wieder mögen freigewordene oder abgestossene Onen als Jonen weniger aktive Teilchen mit sich führen, die an den Elektroden wieder als Atome oder Moleküle des Elementes oder seiner Verbindungen erscheinen, wobei der Grad der Zersetzung vom elektrischen Ausgleich der einzelnen Elemente abhängt. Das steht auch damit im Einklang, dass die negativen Jonen aller Gase gleich sind und ungefähr den tausendsten Teil eines Atoms ausmachen.

Kurz wiederholt besagt die eben erläuterte Theorie, dass die verschiedenen Elemente aus verschiedenen Systemen homogener Jonen zusammengesetzt sind, deren Schwingungsverhältnisse innerhalb des Atoms je nach der Richtung oder einer anderen Eigenschaft der Bewegung positive oder negative elektrische Energie erzeugt.

Erich Harnack: Beobachtungen an der menschlichen Fingerspitze als Elektrizitätsquelle. (Zentralblatt für Physiologie. Bd. XIII, No. 22, 30. Januar 1904.)

Die ursprüngliche Beobachtung, die zu allem weiteren Anlass gab, besteht darin, dass H.'s Fingerspitzen auf die schwebende Magnetnadel unter Umständen eine beträchtliche Einwirkung auszuüben und die Nadel zu einer der richtenden Kraft des Erdmagnetismus entgegengesetzten Bewegung zu veranlassen imstande sind.

Allerdings zeigte sich sogleich, dass für das Gelingen eine bestimmte Anordnung der Versuchsbedingungen die Voraussetzung bildet, und zwar machte H. die Beobachtung zunächst unter den folgenden Umständen: er benutzte einen gut gearbeiteten Taschenkompass von Gestalt und Grösse einer Damenuhr, bestehend aus einem metallenen Gehäuse von 3—4 Zentimeter Durchmesser und zirka 9 Millimeter Höhe, auf der oberen Fläche durch eine uhrglasförmige Platte aus kräftigem Glase geschlossen. Die mit Arretierungsvorrichtung versehene Magnetnadel muss möglichst geringe Reibung besitzen und deshalb das Messinghütchen, durch dessen Vermittlung die Magnetnadel auf der Stahlspitze schwebt, mit poliertem Achat ausgefüttert oder doch sorgfältig und gut gearbeitet sein. Nachdem nun der Kompass auf eine horizontale Unterlage gebracht und die Arretierung gelöst worden, die Magnetnadel somit ihre Nord-Süd-Ruhelage eingenommen hat, vermag H. durch leises Reiben der oberen Glasfläche mit seiner Fingerspitze an beliebiger Stelle eine sofortige Ablenkung der Nadel nach der geriebenen Stelle hin zu veranlassen. Der Kompass wird während dessen mit der anderen Hand gehörig fixiert. Die Ablenkung geschieht dabei sowohl in der Horizontalebene der Nadel bis zu einem Viertelkreis, als auch und noch stärker in der Vertikalebene.

Der ablenkende Einfluss bezieht sich stets auf denjenigen Pol, in dessen grösserer Nähe die geriebene Stelle der Glasfläche sich befindet. Immer wird

Digitized by Google

dieser Pol nach der Reibstelle hin angezogen und kann so durch wiederholtes Reiben an geeigneten Stellen allmählich um die ganze Peripherie des Kreises herumgeführt werden.

In der Ablenkung kann die Nadel nach Entfernung der Fingerspitze selbst bis zur Dauer von einer Minute und darüber verharren, so dass der angezogene Pol die untere Glasfläche berührt, bis dann von selbst die Lösung und — nach einigen Schwingungen — die Rückkehr der Magnetnadel in die Normalstellung erfolgt. Es findet demnach augenscheinlich an der geriebenen Glasstelle eine Art von Ladung statt, die eine gewisse Zeit lang die Schwere und die Richtkraft des Erdmagnetismus überwindet. Schwingt die Nadel um ihre Ruhelage, so bringt leises Reiben mit der Fingerspitze an der oberen Glasfläche sie sofort zur Arretierung. Ist die Nadel durch das Reiben abgelenkt und verharrt nach Entfernung des Fingers eine Zeitlang so, dass der Pol an der unteren Glasfläche gleichsam klebt, so hebt erneute Berührung der betreffenden Stelle an der oberen Glasfläche mit der Fingerspitze sofort die Arretierung auf und lässt die freigewordene Nadel in ihre Normalstellung zurückschwingen. während z. B. die gleiche Berührung mit einem Hölzchen den Effekt lange nicht in dem Grade hat. Durch wiederholtes Reiben und Berühren der Glasfläche mit der Fingerspitze müssen Stellen von verschieden starker Ladung in der Glasdecke entstehen, da die Nadel dann zeitweilig eine auffallende Unruhe zeigen kann.

Durch eine blosse Annäherung der Fingerspitze an den einen Pol der freischwebenden Magnetnadel hat H. niemals eine wahrnehmbare Ablenkung zu erreichen vermocht, es bedurfte stets eines, wenn auch manchmal nur ganz leisen Reibens auf der oberen Glasfläche.

Es musste nun vor allen Dingen festgestellt werden, ob etwa die magnetische Eigenschaft der Nadel bei dem Vorgang irgend eine Rolle spiele. H. bediente sich daher eines entsprechenden Kompasses mit auswechselbarer Nadel und verglich mit dem Verhalten der Magnetnadel Nadeln aus frisch ausgeglühtem Eisen, ferner aus Nickel, Platin, Zink, Wismut und Elfenbein. Der Erfolg war in allen Fällen der gleiche, nur fällt der Versuch mit der Magnetnadel besser ins Auge, weil diese eben nach Aufhören der Ablenkung spontan in die Normalstellung zurückschwingt, was bei den andern Nadeln selbstverständlich ausgeschlossen ist.

Hierdurch war erwiesen, dass die magnetische Eigenschaft der Nadel bei dem Vorgang keine Rolle spielt, dass es sich vielmehr nur um die bekannte Anziehung und Inbewegungsetzung leicht beweglicher Körper durch erzeugte statische Elektrizität handelt. Indessen bewiesen viele Momente unwiderleglich, dass es sich nicht um einen einfachen mechanisch-physikalischen, sondern nur um einen — jedenfalls in quantitativer Hinsicht — eigenartigen und individuellen physiologischen Vorgang handeln kann. Es sind hauptsächlich drei Momente, aus denen sich das ergibt, nämlich:

1. Scheinbar viel stärkere Reibungselektrizität bleibt auf die Nadel ohne Einfluss;

2. zahlreiche Individuen besitzen jene Fähigkeit in den Fingerspitzen so gut wie gar nicht, auch wenn sie noch so stark reiben;

3. auch bei H. selbst mangelt jene Fähigkeit zeitweise fast ganz, während sie zu andern Zeiten ungemein augenfällig ist.

Digitized by Google

Jede dieser drei Tatsachen ist wichtig genug, um eingehender betrachtet zu werden. In den ersten der drei Sätze ist natürlich der Nachdruck auf das Wort „scheinbar“ zu legen.

Man sollte annehmen, dass es immer nur eine minimale Spur von Reibungselektrizität sein könnte, die erzeugt wird, wenn man auf einer winzigen Stelle einer dünnen Glasplatte einmal oder einige Male ganz leicht hin und her reibt. Nun trat nur ein ganz schwacher Erfolg ein. wenn H. die Glasplatte des Kompasses heftig mit einem Stückchen Zeug oder Leder rieb, das er zur Fernhaltung der Fingerspitzen mit einer neusilbernen Pinzette gefasst hatte. Eine stark auf Seidenzeug etc. geriebene Lackstange, der Nadel genähert, rief zwar eine beträchtliche Ablenkung, selbst durch die Glasdecke hindurch, hervor, aber die Kraft, die H. aufwendete, um die Stange in diesen Zustand zu versetzen, war doch unvergleichlich viel grösser, als bei dem leichten Reiben der Glasdecke mit der Fingerspitze! Genau so verhielt sich eine dünne Glasstange aus der ausgezeichnet isolierenden Jenaer Glasmasse No. 477, III; aber damit sie eine bedeutende Ablenkung hervorrief, musste eine ungleich grössere Anstrengung beim Reiben gemacht werden, als bei dem leichten Hinüberführen der Fingerspitze über die Glasdecke des Kompasses.

Erwies sich letzteres als wirksam, dann war es ziemlich gleichgültig, ob die metallene Rückseite des Kompasses auf Seide oder Marmor oder Holz gelegt war, auch wurde nichts an dem Effekt geändert, wenn gleichzeitig die Hand elektrisch durch Draht abgeleitet wurde. Umhüllte H. die Fingerspitze mit Zinnstanniol, so war der Effekt sehr verstärkt; auch wenn sie mit dünnem Lein-, Seiden- oder Baumwollentuch bedeckt war, machte sich der Erfolg oft noch geltend. Je dicker aber die trennende Tuchschicht, um so schwächer wurde die Wirkung, mochte er dann auch noch so stark reiben. Aus alledem geht schon hervor, dass es sich nicht um eine einfach-physikalische, sondern um eine physiologisch bedingte Wirkung handelt; d. h. das Reiben mit der Fingerspitze ist zwar zur Auslösung nötig, aber der Effekt ist ungleich stärker, als es der dabei produzierten mechanischen Arbeitsleistung entspricht.

Nachdem H. nun genügende Beobachtungen an sich selbst angestellt, musste er sich sehr bald an anderen überzeugen, dass zahlreiche Individuen jene Fähigkeit in den Fingerspitzen gar nicht oder nur in sehr geringem Grade besitzen, dass dabei erhebliche individuelle Differenzen obwalten und dass Personen, bei denen jene Fähigkeit so stark wie bei ihm entwickelt ist, nicht allzu häufig vorkommen dürften. Aus diesem Grunde ist er genötigt, etwas von seiner eigenen Person zu sprechen.

H. gehört unbedingt zu den sogenannten nervös oder „sensitiv“ veranlagten Individuen, ist aber weit entfernt, damit für die vorliegende Sache irgend etwas präjudizieren zu wollen. Bei Ausführung seines Versuches hat er mitunter sehr deutliche Effekte auch an Personen beobachtet, die für nervös veranlagt zu halten durchaus kein Grund vorlag. Deshalb ist H. auch nicht der Ansicht, dass man die Erscheinung etwa als „pathologisch“ zu bezeichnen berechtigt wäre. Und wollte man sie selbst so nennen, wollte man die Leistung als ausserhalb der „Norm“ stehend betrachten, der Beweis ist doch damit geliefert, dass der lebende Organismus überhaupt solcher Leistung fähig ist.

Die Einwirkung seiner Fingerspitzen auf eine und dieselbe Nadel ist aber nach Umständen ganz verschieden stark. H. fand sie meist besonders stark

Digitized by Google

im ermüdeten, nervös abgespannten Zustande, namentlich abends beim Zubettgehen, sowie nach reichlicher Aufnahme von Speise und Trank. Hier genügt oft das leiseste Hinüberführen der Fingerspitze über die Glasfläche, die aber stets gestrichen werden muss. Blosses Berühren war nie von deutlichem Erfolge begleitet. Die Wirkung ist dagegen viel schwächer oder fehlt gänzlich in Zuständen von gewisser Erregung, z. B. wenn H. anhaltend gesprochen hatte, ferner bei leerem Magen, namentlich wenn sich ein gewisser Präcordialdruck dazu gesellte. Es gab ganze Zeiten, z. B. Wochen nach einer Erholungsreise, wo der Effekt gänzlich ausblieb, oder doch erst nach länger dauerndem Reiben eintrat. Die Wirkung schien ihm auch im Winter stärker als im Sommer zu sein. Von den einzelnen Fingern wirkte die Spitze des rechten Zeigefingers am stärksten, dann die des linken, die des vierten und fünften am schwächsten. Versuche betreffs der Frage, wie weit die Wirkung verschiedener Arzneimittel auf den Erfolg von Einfluss ist, haben noch zu keinem klaren Ergebnis geführt. Jedenfalls will H. soviel behaupten, dass Alkoholwirkung den Erfolg im allgemeinen verstärkt.

H. vermochte ferner an sich festzustellen, dass die betreffende Fähigkeit seiner Fingerspitzen auch von recht verschiedener Dauer sein kann; bisweilen erschöpft sie sich ziemlich rasch und es muss dann eine Zeitlang gewartet werden, bis sie sich aufs neue geltend macht. Alle diese Tatsachen beweisen mit voller Sicherheit, dass es sich nicht um einen einfach physikalischen, sondern nur um einen physiologisch bedingten Vorgang handeln kann.

Endlich bemerkt H. noch, dass Trockenheit der Fingerspitze eine Voraussetzung für das Gelingen bildet: Gleich nach dem Waschen der Hände trat der Erfolg bei ihm nie ein und hörte sofort auf, wenn er die Fingerspitze befeuchtete oder anfettete.

Für Neurologen und Nervenärzte dürfte es wohl zweifellos von Interesse sein, den einfachen Versuch an geeignetem Material, wie es H. nicht zu Gebote steht, auszuführen; nur wiederholt derselbe, dass ein gut gearbeiteter und nicht allzu kleiner Kompass Bedingung ist, auch soll derselbe möglichst flach gearbeitet, also der Abstand der Glasdecke von der Nadel kein zu grosser sein.

Es lag nun nahe, den Versuch anzustellen, ob sich in quantitativer Hinsicht nicht ein Mass für die Stärke der Elektrizitätsquelle gewinnen liesse. H. ist mit diesen Versuchen zwar noch nicht zum vollständigen Abschluss gekommen, vermag aber doch einiges in der Beziehung mitzuteilen, was zur vorläufigen Orientierung dienen kann.

Zunächst stellte H. den folgenden sehr einfachen Vorversuch an, aus dem sich freilich nicht ohne weiteres absolute Werte ableiten lassen. Setzte er die Spitze seines Fingers auf das Zentrum der Glasdecke seines Kompasses und machte eine rasche Reibbewegung in der Pfeilrichtung, so springt der Nordpol der Magnetnadel aus der Normalrichtung, also um einen Quadranten und bleibt eine Zeitlang in letzterer Richtung stehen. H. nimmt nun einen kleinen Hufeisenmagnet, der nach der Verbindung seiner beiden Pole miteinander zirka 220 Gramm Tragkraft besitzt, und stellt fest, dass der Südpol des Magneten auf den Nordpol der Kompassnadel bei etwa sechs Zentimeter Entfernung eben noch erkennbar einwirkt. Bei dieser Distanz hält also die magnetische Anziehungskraft der Richtkraft des Erdmagnetismus (+ der Reibung) eben noch die Wage. Stellt H. jetzt den Magnetpol dem Nordpol der wieder

Digitized by Google

in Normalstellung befindlichen Nadel auf ein Zentimeter Entfernung gegenüber, so steht die Nadel natürlich gleichsam fest fixiert und doch vermag er beim Reiben der Glasdecke mit der Fingerspitze in der Richtung des kleineren Pfeiles die Nadel zu einer Ablenkung um einen halben Quadranten leicht zu veranlassen. Bei $^1/_2$ Zentimeter Distanz des Magnetpoles von dem Nadelpole gelingt es dagegen nicht mehr. Wächst die magnetische Anziehung auch nur im Quadrate der Entfernung, so würde sie bei 1 cm Entfernung etwa das 36 fache des Erdmagnetismus (abgesehen von der Reibung) betragen. Trotzdem übt die durch einmaliges Reiben mit der Fingerspitze dem Glase erteilte Ladung eine noch stärkere Anziehungskraft aus und zwingt die Nadel, sich von dem sie mächtig anziehenden Magnetpol zu entfernen.

Ferner: Derjenige Teil der gläsernen Kompassdecke, welcher der bei dem Fingerversuche geriebenen Partie ungefähr entspricht, wird mit einem passend ausgeschnittenen Stück Stanniol belegt, das darauf festgeklebt wird. Diese Stanniolplatte kann nur durch leitende Berührung mit dem Ende eines genügend isolierten, senkrecht gestellten dünnen Messingstäbchens unmittelbar geladen werden. Die Ladung des letzteren geschieht bei dem einen Versuche durch hochgespannten Wechselstrom mit Hilfe einer Induktoriumanordnung, bei dem zweiten Versuche dagegen durch statische Elektrizität. In beiden Fällen wird die Spannung durch ein eingeschaltetes „elektrostatisches Voltmeter“ direkt gemessen. Es ergab sich in beiden Versuchen, dass die Spannung auf 8000—8500 Volt gesteigert werden musste, um eine Ladung der Stanniolplatte zu erreichen, die eine Ablenkung der Nadel um zirka 1 Quadranten, also die stärkste mit der Fingerspitze erzielte Wirkung veranlasste! Der Kompass lag dabei stets horizontal und zwar unmittelbar auf hölzerner Tischplatte, ohne jede Isolierung, genau so wie bei den Hauptversuchen mit der Fingerspitze. Berücksichtigt man die umfangreiche Zurüstung und die aufgewendeten Mittel, so ist man in der Tat erstaunt über die Leistung des lebenden Organismus, der auf die leichteste Weise und ohne jede Kraftanstrengung den nämlichen Effekt gleichsam hervorzaubert. Dabei ist allerdings zu bemerken, dass bei der obigen Versuchsanordnung die Ladung sich auf einen grösseren Teil der Glasplatte verteilt, bei dem Fingerversuch mehr konzentriert wird.

Mit weiteren Versuchen, die durch den Finger erteilte Ladung unmittelbar zu bestimmen ist H. zurzeit noch beschäftigt, jedenfalls zeigen die obigen Versuche bereits, dass es sich um ganz beträchtliche Grössen dabei handeln muss. Wenn auch die Versuche wegen Verschiedenheit der Bedingungen noch keinen direkten Vergleich zulassen, soviel beweisen sie doch schon mit Sicherheit, dass die Leistung der Fingerspitze sich nicht physikalisch, sondern nur physiologisch deuten lässt, dass sie zu der aufgewendeten Kraft, zu der geleisteten Arbeit ausser jedem Verhältnisse steht und dass die geringfügige Reibebewegung eben nur als ein auslösendes Moment betrachtet werden kann.

Nun ergänzt H. noch die experimentellen Tatsachen durch einige historische Tatsachen. Die ältere Physiologie hat sich zu einer Zeit, da auf dem Gebiete der elektrischen Forschung das Interesse für statische Elektrizität noch im Vordergrund stand, vielfach um die Frage nach Entwickelung freier Spannungselektrizität von seiten des menschlich-tierischen Körpers bemüht. In seinem bekannten Werke bezeichnet du Bois-Reymond die im Jahre 1817 unter der Leitung von Pfaff ausgeführten Untersuchungen als die wichtigste Arbeit über

Digitized by Google

diesen Gegenstand. Diese Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt: Eine auf dem Isolator befindliche Person legte die Hand an die mit einem Goldblattelektrometer leitend verbundene Kollektorplatte eines Kondensators, dessen obere Platte mit der Erde leitend verbunden war. Nach geschehener Berührung wurde die obere Platte entfernt und die nunmehr divergierenden Goldblättchen auf die Art der Elektrizität in bekannter Weise geprüft. Bei Männern wurde dieselbe meist positiv gefunden, aber Pfaff machte dabei noch folgende Betrachtungen, die H. wegen der Uebereinstimmung mit seinen Erfahrungen interessierten:

„Reizbare Menschen von sogenanntem sanguinischen Temperamente haben mehr freie Elektrizität als träge, von sogenanntem phlegmatischen Temperamente. Des Abends ist die Menge der Elektrizität grösser als zu anderen Tageszeiten.

Geistige Getränke vermehren die Menge der freien Elektrizität. Dass diese eigentümliche Elektrizität des Körpers ganz unabhängig von dem Reiben der Kleider an der Oberfläche sei, bewies der Umstand, dass auch der ganz nackte Körper dieselbe Elektrizität zeigt."

Dubois-Reymonds Urteil, das Interesse an der ganzen Frage, scheine ihm ziemlich gering und kaum der Mühe einer ferneren Untersuchung wert zu sein, vermag H. nicht zu unterschreiben und glaubt, man wird ihm darin Recht geben. Die physiologische Forschung verlor allerdings das Interesse an dieser Frage einmal, weil sie sich ganz dem Galvanismus zuwendete, und vielleicht auch deshalb, weil die Frage durch Verquickung mit so unklaren und verrufenen Produktionen, wie es z. B. von Reichenbachs Odlehre war, stark diskreditiert wurde. Reichenbach selbst bemühte sich freilich, nachzuweisen, dass seine „Odkraft" etwas von allen bisher bekannten Imponderabilien wesentlich verschiedenes sei, und in seinen zahlreichen und zum Teil sehr umfangreichen Publikationen ist nicht ein Versuch vorhanden, der mit K.'s Fundamentalversuche übereinstimmte, obgleich er schliesslich auch mit Magnetstäben einige sehr angreifbare Versuche ausgeführt hat.

Ueberhaupt hat H. trotz vielfachen Nachsuchens sich nicht davon überzeugen können, dass sein grundlegender Versuch, so einfach er an sich ist, schon beschrieben worden ist, und es würde ihn natürlich lebhaft interessieren, wenn der Nachweis geliefert würde, dass man ihn doch bereits irgendwann oder irgendwo ausgeführt hat.

III. Neue Bücher.

R. Sleswijk. Der Kampf des tierischen Organismus mit der pflanzlichen „Zelle". Amsterdam 1902.*)

Der Referent hat sich beim Studium dieser bedeutenden Publikation gefragt, ob ihre Rezension nicht lieber von einem Vertreter der Physik oder physikalischen Chemie vorzunehmen ist, denn ihr Inhalt gehört ganz dem physikalischen und physikalisch-chemischen Gebiete an. Aber die Anwendung

*) Der Inhalt dieser Besprechung wird zeigen, warum wir ein Buch über ein unserem Gebiete dem Titel nach fernliegendes Thema in dieser Zeitschrift anzeigen. Red.

Digitized by Google

dieser Tatsachen auf die Erklärung physiologischer und pathologischer Prozesse im tierischen Körper in diesem Buche machte doch die Besprechung durch einen Mediziner notwendig; ob die Physiker die Schrift beachtet haben, ist mir unbekannt, sie verdient es zweifellos.

Der Verfasser hat nichts geringeres unternommen, als die Erklärung der Wechselwirkungen im gesunden und kranken tierischen Körper an der Hand der allerneuesten Theorien über die elektrolytische Dissoziation der Moleküle und der sich auf die Theorieen von Maxwell und die Versuche von Hertz stützenden Lehre Zeemans und Lorenz von den Elektronen.

Zunächst wird gezeigt, wie bei dem Kampfe mit eingedrungenen Pflanzenzellen diese nicht nur die tierische Zelle sich gegenüber findet, sondern den ganzen tierischen Organismus, da die Körperzelle nicht allein steht, sondern in ihrem Kampfe durch alle anderen Zellen des Organismus unterstützt wird. Diese gegenseitige Hilfe unter den Zellen des tierischen Organismus wird von S. fast ausschliesslich aus den Funktionen des Nervensystems erklärt.

So kommt S. zur Aufstellung der Frage: Wie kommt ein Reizzustand, wie kommt ein „Nervenstrom“ zustande; wie geht der Reiz von dem einen Neuron auf das andere, wie vom Sinnesorgan auf den Nerven, vom Nerven auf Drüsen- oder Muskelzelle über? Mittels einer gründlichen Darstellung der elektrolytischen Dissoziation zeigt S., dass der „Reiz“ eine Modifikation der osmotischen Verhältnisse der Zelle veranlasst, dass jede Schwankung der osmotischen Prozesse auch Veränderungen in den Nachbarzellen hervorbringen muss und dass namentlich auch eine Veränderung an dem einen Endstücke des Neurons eine Veränderung seines anderen Endes zur Folge haben muss, wobei der Axenzylinder als isolierter Leiter fungiert.

Er macht jedoch einen prinzipiellen Unterschied zwischen dem Einflusse, den eine Zelle auf eine homonyme Zelle ausübt (oder das eine Ende eines Neurons auf das andere Ende) und dem auf eine ungleichnamige Zelle ausgeübten Einflusse, z. B. dem des Nerven auf den Muskel. Im letzteren Falle nimmt S. an, dass beide Elemente nicht in unmittelbarem Kontakte mit einander stehen, sondern durch eine „Scheidewand“ von ganz besonderer Struktur getrennt sind, in der unter dem Einflusse des Nervenreizes eine Jonenbewegung entsteht; diese wirkt nun ihrerseits als Kontraktionsreiz auf den Muskel. Als Beweis dafür nennt S. u. a. die ausschliessliche Wirkung des Curare auf die Nervenendigung, während sowohl Nerv wie Muskel für sich allein erregbar bleiben, der Reiz aber von dem einen Organe nicht auf das andere übergehen kann.

Der wechselseitige Einfluss der verschiedenen Zellgruppen, ihr erfolgreiches Zusammenwirken auf Grund bestimmter Reaktion eines Organs auf die Veränderungen in einem anderen Organ kommen nach S. durchaus reflektorisch zustande. Das Neuron leitet als isolierter Leiter den elektrischen „Strom“, der durch eine primäre Veränderung in der einen Zelle hervorgerufen wird und eine adäquate Veränderung in einer anderen Zelle zur Folge hat. In diesem Sinne erklärt S. auch die Minderwertigkeit der isoliert lebenden (Blut-) Zellen in dem Kampfe mit Pflanzenzellen und schliesst sich denjenigen Theorieen über die Entstehung maligner Neubildungen an, die davon ausgehen, dass diese Neubildungen zustande kommen, weil gewisse Zellen keine (nervöse) Verbindung mit den sie umgebenden Körperzellen haben.

Digitized by Google

Da S. von der Grundvorstellung ausgeht, dass alle Modifikationen der Funktion auf Modifikation der osmotischen Prozesse beruhen und dass diese Veränderungen durch Vermittelung des Nervensystems entfernte Veränderungen — Fernwirkungen — hervorrufen und dass diese gegenseitige Verbindung der Zellen des Organismus den Ausgang des Kampfes gegen eingedrungene Schädlinge beherrscht, geht er näher auf das Wesen der osmotischen Prozesse ein.

Hierbei folgt er der Hypothese von Maxwell und Hertz, dass elektrische Strahlen sich nach den aus der Optik bekannten Gesetzen der Wellenbewegung fortpflanzen und der Theorie von Lorentz, dass die spezifische Schwingungsform der Atome oder Atomgruppen (der „grossen" Jonen) von der Schwingungsform der Elektronen (kleinen Jonen) abhängig ist. Dieses Gesetz wendet er auf die elektrischen Strahlen oder Ströme an, die durch osmotische Prozesse in den Zellen und Nervenelementen hervorgerufen werden; wie man sich vorstellen muss, dass diese Strahlen, wie die des Lichts, aus Strahlen verschiedener Wellenlänge zusammengesetzt sind und dass sie je nach ihrer Wellenlänge, „wie von einem Schirm", von Stoffen absorbiert werden, welche dieselbe Wellenlänge ihrer Eigenschwingungen haben.

Die Curare-Wirkung, auf die er in diesem Zusammenhange zurückgreift, erklärt S. nun durch die Annahme, dass das Curare in dem Elektrolyt der Zwischensubstanz zwischen Nerven- und Muskelsubstanz eine Jonen-Elektronenbewegung von der Art hervorruft, dass gerade diejenigen elektrischen Schwingungen absorbiert werden, die sonst in dem Elektrolyten den adäquaten Reiz für die Muskelsubstanz hervorrufen.

Ganz im allgemeinen vergleicht er die Wirkung von Giften mit der eines „Schirms", welcher bestimmte notwendige Reize durch Absorption nicht zustande kommen lässt.

Referent kann hier dem Autor nicht Schritt für Schritt nachgehen, er empfiehlt die Lektüre des eben besprochenen interessanten Abschnittes aufs dringendste.

Schwerer ist den Ausführungen des Autors darüber zu folgen, wie Gifte durch Absorptionswirkung imstande sind, die assimilatorischen und dissimilatorischen Prozesse zu beeinflussen; wie die Verhinderung der dissimilatorischen Prozesse zur Entstehung von Antitoxinen Anlass gibt; unhaltbar erscheint mir die Erklärung der aus der Immunitätslehre bekannten eigenartigen Beziehungen zwischen Toxinen und Antitoxinen. Der Autor stellt hierbei durch seine Darstellung wohl zu hohe Ansprüche an seine Leser.

Man sieht aus dem kurzen Resumé, welche enorm schwierige Aufgabe S. sich gestellt hat, wie er den biologischen und physikalischen Erscheinungen auf den Grund geht, um ihre gemeinsame Grundlage zu erreichen. Ich lasse dahingestellt, ob er dabei den Zusammenhang der Dinge ergründet hat, jedenfalls unterschätzt er die rein chemischen Beziehungen zwischen verschiedenen Organen. Er ist manchmal in der Lage des Mannes, „qui prouve trop", wohl auch gelegentlich in der Rolle dessen, „qui trop embrasse"; so zeigen seine auf die Herz-Physiologie bezüglichen Ausführungen, dass er die Arbeiten von Engelmann anscheinend nicht im Originale kennt.

Solange S. selbst nicht glaubt und auch von den Lesern nicht den Glauben verlangt, dass er nun das letzte Wort zur Erklärung der Lebenserscheinungen

Digitized by Google

gesprochen hat, solange sind die kleinen Mängel seiner Schrift unerheblich, und wir legen das Buch aus der Hand voll Bewunderung für das kräftige und geistvolle Streben seines Autors: In magnis voluisse sat est.

K. F. Wenckebach (Groningen).

IV. Zeitschriften-Übersicht.

Annali di Elettricità Medica e Terapia Fisica. Anno 1903. II.

No. 1.

1. F. Piccinino e G. B. Sbordone. Un nuovo efficace trattamento del tracoma con l'elettrico.
2. F. Blasi. Bibliografia e contributo alla terapia ellettrica del lupus.

1. Die Trachom-Granulationen wurden der Spitzen-Ausstrahlung eines Oudin-Resonators nach voraus gehender Kokaïnisierung ausgesetzt. Kurze und wenige Sitzungen, baldiger und in einigen Fällen bleibender Erfolg.

2. In derselben Weise wie von Piccinino (s. o.) beim Trachom, wurde das Hochfrequenz-Effluvium mit gutem therapeutischen und kosmetischen Erfolge von B. bei zwei Fällen von Gesichts-Lupus verwendet.

No. 2.

1. H. Bordier. Il trattamento elettrico del morbo di Basedow.
2. F. Piccinino. I nuovi orizzonti dell'elettroterapia negli Ospedali riuniti.

1. Eine grosse Schwamm-Kathode kommt auf die Schilddrüse, die Anode auf den Rücken, der Strom wird langsam auf 20—60 m. A. gebracht, die Sitzungen dauern ungefähr 30 Minuten, anfangs täglich, später seltenere Sitzungen. Die Tachycardie verschwindet bald, die Heilung tritt in 3—4 Monaten ein und dauert. Drei Fälle werden ausführlich mitgeteilt.

2. Beschreibung der glänzenden und sehr vollständigen elektro- und radiotherapeutischen Installation der vereinigten Neapler Hospitäler. Statistik des ersten Betriebsjahres.

No. 3.

1. G. Arienzo. La luce elettrica bleu nella cura delle nevralgie.
2. A. Romano. La Galvano-Faradizzazione studiata col metodo grafico.

1. Sechs Fälle von Neuralgieen verschiedener Lokalisation, geheilt durch Bestrahlung mit einem, das Licht einer 30-Kerzen-Edison-Lampe mit blauer Birne aus 15 cm Entfernung projizierenden Reflektor.

2. R. zeigt an vielen Myogrammen, dass die Galvanofaradisation nach de Watteville die Kontraktion gesunder und schwacher Muskeln verstärkt, unerregbar gewordene degenerierte Muskeln oft erregbar macht; die Erregung wurde durch ein Metronom rhythmisch gestaltet.

No. 4.

1. di Luzenberger. Sul trattamento della costipazione intestinale colla dieta e coi mezzi fisico-terapici.

Digitized by Google

2. Mario Fontana: Delle cure fisiche ed in particolar modo dell' elettroterapia come complemento della cura idrominerale di Salsomaggiore.

1. Die Arbeit ist gleichzeitig in der Zeitschrift für diätetisch-physikalische Therapie in grösserem Umfange deutsch publiziert und wird mit dem Inhalt jener Journale hier referiert werden.

2. Die Arbeit enthält im wesentlichen technische Mitteilungen über die elektrische Installation des Bades Salsomaggiore.

No. 5.

1. Foveau de Courmelles. Un caso di eruzione cutanea prodotta da coriandoli, probabile penetrazione di colori d'anilina attraverso ragadi delle labbra. Guarigione con l'alta frequenza.
2. Mario Fontana. Delle cure fisiche ed in particolar modo dell' elettroterapia come complemento della cura idrominerale di Salsomaggiore.

1. Schnelle Heilung eines akuten Gesichts-Ekzems durch Hochfrequenz-Effluvien.

2. Siehe Heft 4 derselben Zeitschrift.

No. 6.

1. D. D'Arman. Sul miglior modo di rendere graduabili i rocchetti per radiografia.
2. Rivista Sintetica. Sulla Termoterapie (A. di Luzenberger.)

1. D'Arman empfiehlt sein Inductorium mit beweglicher sekundärer Spule für die Radioskopie, die Hochfrequenz und die Faradisation.

No. 7.

1. A. Béclère. L'esame radioscopio nei candidati all'assicurazione sulla vita.
2. A. Santoro. La radioterapia nei tumori maligni.

1. Béclère empfiehlt den Aerzten der Versicherungs-Anstalten die Radiographie des Thorax-Inhaltes in dunklen Fällen.

2. Sehr vollständige kritische Bibliographie der Röntgen-Therapie maligner Neubildungen, bis Mai 1903.

No. 8.

1. R. Pisani. L'azione biologica della luce elettrica bleu sul lavoro muscolare.
2. A. Santoro: La radioterapia nei tumori maligni.
Rivista Sintetica. Elektrotherapie der Hemiplegie (A. v. Luzenberger).

1. Ergographische Untersuchungen während langer Zeit an einem 30jährigen Individuum, das im Dunkelzimmer von einer (50-kerzigen) Edison-Lampe mit blauer Birne und gutem Reflektor bestrahlt wurde.

2. Siehe Heft 7 derselben Zeitschrift.

No. 9.

1. G. Arienzo. Azione di alcuni farmaci ipnotici sulla eccitabilità neuromuscolare nell'uomo.

1. 14 sorgfältige myographische Versuche über die Einwirkung von Chloral, Paraldehyd, Sulfonal und Trional auf die Muskelzuckung beim gesunden Menschen.

Digitized by Google

Chloral und Paraldehyd ergaben erst kurze Steigerung, dann langdauernde Verminderung, Sulfonal und Trional in kleinen Dosen geringere, in grossen bedeutende Verminderung der vom Nerven aus erregten Muskelzuckung; am geringsten war der Einfluss des Paraldehyd.

No. 10.

1. G. Arienzo. Guarigione rapida di angiomi ottenuta con un processo combinato di elettrolisi ed alta frequenza.

Rivista Sintetica. Campi elettromagnetici e onde elettromagnetiche nella Biologia e nella Clinica (A. Romano).

1. Einige von A. behandelte Fälle von Teliangiektasie zeigen, dass die Hochfrequeuz-Effluvien bei ihnen Gerinnung des Bluts in den Kapillaren, darauf Atrophie und Bindegewebs-Sklerose erzeugen, dass die Elektrolyse durch molekuläre Disgregation der Gewebe, Bindegewebs-Hyperplasie und schnelle Blutgerinnung wirkt, und dass die Kombination beider Verfahren eine schnelle Heilung auch voluminöser Angiome herbeiführt.

No. 11.

1. G. Arienzo e S. Fabozzi. Sull'azione fisico-patologica delle correnti ad alta frequenza ed alta tensione sulla cute normale.
2. F. Blasi. I raggi X nella cura del lupus.
3. A. Rossi-Martelli. L'alta frequenza, il bagno di luce e le iniezioni rettali di ossigeno.

1. 12 Kaninchen wurden Hochfrequenz-Effluvien 5 Tage lang täglich 20 Minuten exponiert, sodann die bestrahlten Hautstellen in verschiedenen Tagen der folgenden Reaktionszeit exzidiert, mikrotomiert, gefärbt und mikroskopiert.

Es fand sich Zerstörung des stratum epitheliale, Infiltration der Haut bis ins stratum glandulare, Infiltration gelben Pigments, subkutane Haemorrhagieen.

2. Von 6 radiotherapeutisch behandelten Fällen von Gesichtslupus heilten 3 vollständig und kosmetisch gut; drei wurden mehr oder weniger gebessert, brachen aber die Kur ab.

3. Rossi-Martelli untersuchte in einem Falle von Diabetes den Einfluss der drei im Titel genannten Faktoren auf die Zuckerausscheidung. Die Kohlensaure-Clysmata gaben den stärksten Erfolg, die Hochfrequenz den geringsten, Glühlichtbäder wirkten merklich, aber nur vorübergehend.

No. 12.

1. A. Rossi-Marcelli. L'alta frequenza, il bagno di luce e le iniezioni rettali di ossigeno in rapporto al ricambio di una diabetica.
2. G. Arienzo. A che punto trova si oggi la quistione della luce nella biologia.
3. A. Nava. L'uso della corrente faradica negli spasmi.

1. Siehe Heft 11 derselben Zeitschrift.

2. Reichhaltige Bibliographie, z. T. über schwer zugängliche Publikationen.

3. In zwei Fällen von tic convulsif einer Gesichtshälfte trat Heilung nach Reizung der einzelnen befallenen Muskeln mit schwellenden faradischen Strömen ein.

Digitized by Google

Archives d'Électricité Médicale 1903.

No. 124. 15. Avril.

1. Bei längerer negativer Ladung ergibt sich eine langsame Beeinflussung des Stoffwechsels, besonders eine Verminderung der Phosphorsäure- und Harnsäure-Ausscheidung, jedoch eine Vermehrung aller anderen Harnbestandteile, wie die zahlreichen die Arbeit begleitenden Tabellen zeigen.

2. B. hat gute und schnelle Resultate schwacher Hochfrequenz-Effluvien bei chronischen Konjunktivitiden, weniger rapide, aber auch ermutigende Resultate bei Keratitiden gesehen, und auch in zwei Fällen von Trachom erhebliche Besserung.

No. 125. 15. Mai.

3. In drei Fällen von Gelenktuberkulose ergaben wiederholte galvanische Durchströmungen der Gelenke, Abnahme der Schmerzen und Besserung der Beweglichkeit.

7. In drei Fällen hat B. bei sehr nervösen Menschen längere Zeit bestehende Schlaflosigkeit dadurch für die — allerdings kurze — Dauer der Beobachtung beseitigen können, dass er die Patienten 10 Minuten lang dem Franklinischen Bade und der statischen Douche exponierte.

Digitized by Google

No. 126. Juin.

1. P. setzt die Anode auf das Lid, die Kathode auf die Schläfe; der Strom wird allmählich verstärkt, bis eine deutliche Lichtempfindung auftritt, das nennt er: primäre Reaktion. Nun wird der Strom progressiv herabgesetzt, bis nur noch auf seine Schliessung Lichtempfindung auftritt: sekundäre Reaktion. Die primäre Reaktion tritt bei verschiedenen Individuen unter sehr verschiedenen Stromstärken auf, die sekundäre dagegen fast konstant unter 0,3 m. A.

P. findet nun, dass bei Läsionen des n. opticus und der Retina die sekundäre Reaktion erst bei sehr hoher Stromstärke eintritt, während bei Sehstörung ohne Läsion des Nervengewebes, wie bei frischer hysterischer Amaurose, die Reaktion normal ist; bei langem Bestehen dieses Leidens ist ein stärkerer Strom erforderlich.

Wenn bei Beginn einer Affektion des n. opticus die sekundäre Reaktion erst bei starkem Strom eintritt, macht P. eine trübe Prognose.

No. 127. Juillet.

1. Die Arbeit von Cluzet verdient eine eingehende kritische Würdigung, die ihr hier baldigst zuteil werden soll. Seine Schlüsse sind:

I. Bei der klinischen unipolaren Untersuchung wirkt die aktive Elektrode auf einen Punkt, wo die Dichtigkeit maximal und die Erregbarkeit sehr gross ist.

In gewissen pathologischen Zuständen der Nerven und der Muskeln ist der Angriffspunkt der aktiven Elektrode immer ein Punkt maximaler Dichtigkeit, aber nicht mehr maximaler Erregbarkeit. Es sind dann zwei Fälle möglich:

a) Wenn die Herabsetzung der Erregbarkeit noch geringfügig ist, wird sie durch das Dichtigkeitsmaximum kompensiert und das Gesetz der polaren Wirkung besteht noch.

Digitized by Google

b) Wenn die Dichtigkeit die Erregbarkeits-Herabsetzung nicht mehr kompensiert, besteht das Gesetz der polaren Wirkung nicht mehr, man findet Umkehrung der Zuckungsformel.

II. Umgekehrt kann man, wenn man eine normale Zuckungsformel findet, schliessen, dass die Erregbarkeit normal oder geringfügig herabgesetzt ist.

Findet man Formel-Umkehrung, so kann man schliessen, dass an der Ansatz-Stelle der Elektroden die Erregbarkeit geringer ist als an anderen Stellen des untersuchten Nerven oder Muskels.

Im Grunde bedeutet die Entartungs-Reaktion, dass der Nerv — Stamm oder intramuskuläre Fasern — am gereizten Punkte verändert ist; diese Veränderung bedingt Formel-Umkehrung, weil gewisse vom Strom durchsetzte Regionen des Nerven viel erregbarer sind, als die unter der Elektrode befindliche veränderte Strecke. Offenbar bedeutet die Umkehrung um so mehr, je kleiner die aktive Elektrode, d. h. je grösser die Stromdichtigkeit an der Reizstelle ist.

III. Demnach ist die Formel-Umkehrung kein ganz konstantes Zeichen der Degeneration, denn sie tritt nur unter mehreren gleichzeitig vorhandenen Bedingungen auf.

2. Ist in etwas ausführlicherer Darstellung im Original in dieser Zeitschrift publiziert.

3. Die Arbeit gipfelt in dem Versuche, nachzuweisen, dass die manchmal durch Elektrotherapie bei der Hemiplegie erzielten glänzenden Erfolge sich daraus erklären, dass es sich in geheilten Fällen um hysterische Hemiplegie, oder um eine „forme hystero-organique" handelte.

No. 128. Août.

1. H. Guilleminot. Rapport sur l'état actuel de l'orthodiagraphie . . . . S. 457—466
2. Béclère. Le radiodiagnostic des calculs urinaires . . . „ 467—486
3. H. Bordier. Interrupteur rhéostatique rhythmique universel „ 487—491
Société Savantes S. 492—520. Nouvelles.

3. Durch ein Handrad wird die obere Polstange eines Flüssigkeits-Rheostaten abwechselnd beliebig oft gesenkt und gehoben, der Strom dadurch innerhalb weiter Grenzen mit beliebiger Frequenz und Steilheit variiert, so dass sich eine rythmische Reizung ergiebt.

Der Apparat ist geeignet, die etwas brüske rhythmische Reizung durch das Metronom zu ersetzen.

Sociétés Savantes: Dieser Abschnitt enthält einen ausführlichen Bericht über die Sitzung der Association Française pour l'Avancement des Sciences, vom 4.—12. August 1903, in Angers. Die Mitteilungen bewegten sich vorwiegend auf dem Gebiete der Radiodiagnostik und Radiotherapie.

No. 159. Septembre.

1. Stéphane Leduc. Étude sur les courants intermittents de basse tension . . . . S. 521—535
2. A. Béclère. L'emploi des cylindres compresseurs en radiographie et le nouveau cylindre-compresseur ajustable au porte-ampoule-diaphragme-iris . . . . „ 536—543

Digitized by Google

1. Der Artikel von Leduc beschreibt seinen Unterbrecher für Gleichstrom niedriger Spannung und erörtert die Bedeutung von Zahl und Dauer der einzelnen Stromstösse für die paralysierende Wirkung solcher am Kopf applizierten „Hack-Ströme".

3. Schilderung eines Apparates, der den Körper in Nebenschluss an einen Anschluss-Apparat für Gleichstrom von 110 V. bringt; im Nebenschluss-Kreise wird die Intensität auf 1 m. A. gebracht; aus der in diesem Kreise herrschenden, höchst genau ablesbaren Spannung ergibt dann die Formel $R = \frac{V}{I}$ den Widerstand.

D. Chronik.

Aus gelehrten Gesellschaften.

Pariser Akademie der Wissenschaften, Februar.

Die N- und die Radium-Strahlen haben einen breiten Raum in den letzten Sitzungen der Akademie eingenommen; wir referieren das Interessanteste daraus in aller Kürze.

1. Beiträge zur Physik der N-Strahlen.

Blondlot: Photographische Registrierung der funkenentladenden Wirkung der N-Strahlen: Ein elektrischer Funke, auf den man ein N-Strahlenbündel irgend welcher Herkunft wirft, leuchtet stärker. B. exponierte eine lichtempfindliche Platte einem sehr schwachen Funken, auf den er einen N-Strahl richten konnte. Es ergibt sich dann ein deutlicheres Bild des Funkens auf der Platte.

Jégou zeigt, dass jeder stromdurchlaufene Metalldraht, z. B. der ein Leclanché-Element schliessende Draht, N-Strahlen produziert; die Strahlen sammeln sich in der Flüssigkeit des Elements an, die dadurch eine starke Quelle dieser Strahlen wird.

Charpentier hat dann gefunden, dass nicht nur Metalleitungen, sondern auch Holz und andere Isolatoren die N-Strahlen leiten, wenngleich Kupfer und Silber die besten Leiter darstellen.

N^1-Strahlen. Blondlot sandte die Strahlen einer Nernst-Lampe durch ein Aluminium-Prisma und erzeugte so ein wenig abgelenktes Spektrum, das Strahlen zeigt, die im Gegensatz zu den N-Strahlen die Leuchtkraft einer schwachen Lichtquelle vermindern. Er nennt sie N^1-Strahlen. Gewisse

Digitized by Google

Quellen emittieren nur Strahlen letzterer Art, so schnell gekühlte Silber- und Platindrähte, ferner Aethyläther in Vacuum. Später fand er, dass eine schwach leuchtende Fläche, die durch N-Strahlen getroffen wird, heller erscheint bei normaler Blickrichtung, weniger hell, wenn man sie sehr schräg, fast in tangentieller Richtung betrachtet.

Bichat fand, dass isolierte N-Strahlen Silber auch in dicker Schicht durchdringen, während Nickel und Iridium opak sind. Er fand ferner, dass flüssige Luft, wie flüssige Kohlensäure diese Strahlen emittieren, dass sie aber von verdampfender flüssiger Kohlensäure nicht aufgenommen werden.

2. Physiologische Erscheinungen.

Charpentier findet, dass die N-Strahlen die Geruchsempfindung steigern. Riechende Substanzen emittieren N-Strahlen, die auch Geschmacks- und Gehörsempfindungen auslösen. Derselbe Autor fand mit Meyer, dass die Nerven der Drüsen bei reflektorischer Anregung der Drüsentätigkeit eine starke N-Strahlen-Produktion ergeben; dass das Herz in der durch seine Hemmungsnerven erzeugten Diastole eine geringere Emission zeigt, als nach Aufhebung der Hemmung.

3. Radiumstrahlen.

Phisalix konstatiert eine abschwächende Wirkung der Radiumstrahlen auf das Viperngift.

Henri und A. Meyer finden, dass β-Strahlen Colloide fällen, Oxyhämoglobin langsamer als Methämoglobin präcipitieren; Invertin, Emulsin und Tyrosin inaktiv machen, rote Blutkörperchen derart beeinflussen, dass sie ihr Hämoglobin und ihre Salze abgeben.

Société Française d'Électrothérapie et de Radiologie. (Sitzung am 21. Januar 1904.)

Thiellé: Behandlung von Beingeschwüren mit statischem Winde. In vier Fällen, die mit stark juckendem Ekzem verbunden waren, wurde zweimal volle Heilung erzielt, einmal ein nur einige Monate anhaltender Erfolg; in einem Falle war der Erfolg nur vorübergehend.

Delherm und Laquerrière: Untersuchung der Defäkation im radioskopischen Bilde. Es wird eine dicke Wismut-Aufschwemmung ins Colon des Kaninchens gebracht, das Tier auf den Schirm gelegt und beobachtet, dass die sehr langsame Peristaltik von sehr lebhaften Kontraktionen des S Romanum abgelöst wird, sobald die schwachen peristaltischen Bewegungen das Ende des Rectuminhalts dem Anus nahe gebracht haben; es wird dann in fünf bis zehn Sekunden der ganze Inhalt des Rectums ausgetrieben. Dieser Vorgang wiederholt sich bis zur völligen Entleerung des Colon.

Thiellé: Wechselstromtherapie des Icterus. Sehr ausführliche, durch zahlreiche Urinanalysen erläuterte Krankengeschichte einer Dame, bei der ein seit Jahren durch Schmerzen in der Gallenblasengegend eingeleiteter Icterus dauernd nach Wechselstrombädern verschwindet.

Digitized by Google

S. Dubois: Elektrotherapie der Basedowschen Krankheit. D. berichtet über sehr interessante Experimente, die er an drei schweren Fällen von Basedow jedesmal etwa drei Monate lang angestellt hat, um die Wirkung der Galvanisation bei diesem Leiden mit der der Faradisation zu vergleichen. Zu diesem Zwecke wurde immer 14 Tange lang abwechselnd der Hals galvanisiert und faradisiert; die Galvanisation ergab regelmässig einen Stillstand oder eine Verschlimmerung, die Faradisation Besserung und in zwei Fälle andauernde und völlige Heilung. D. verwendete eine sekundäre Rolle aus mittelstarkem Drahte, bei sehr häufigen Unterbrechungen, setzte die Kathode drei Minuten lang auf den Kropf, ebensolange auf die geschlossenen Lider, auf die Seitenteile des Halses nahe den Carotiden und auf die Präcordialgegend.

Oudin: Rapide metastatische Carcinose durch Röntgen-Bestrahlung von Carcinomen. O. wirft gegenüber der schnellen Resorption krebsartiger Gewebe unter dem Einflusse der Radiotherapie die Frage auf, unter welcher Form das kranke Gewebe resorbiert wird, ob es dann schon seinen infektiösen Charakter verloren hat, oder ob es nun im ganzen Körper noch lebens- und entwicklungsfähige Krankheitskeime verbreitet. O. nimmt an, dass der Organismus imstande ist, diese Keime schnell zu zerstören und zu eliminieren, wenn ihre Menge nicht zu gross und ihr Eindringen nicht zu häufig ist, er rät deshalb, die Röntgensitzungen bei der Behandlung maligner Tumoren nicht zu häufig vorzunehmen. Er teilt drei Fälle mit, bei denen sich im Laufe der Radiotherapie schwere allgemeine Störungen einfanden, auf die nichts im bisherigen Zustande des Kranken hindeutete und bei deren Genese eine zu schnelle Resorption vielleicht eine Rolle spielte.

In der lebhaften Diskussion wurden solche Vorkommnisse als selten bezeichnet, die meist günstige Wirkung der Radiotherapie des Carcinoms betont, aber zugegeben, dass, wenn voluminöse Tumoren vorliegen, die Exstirpation, event. mit nachfolgender Radiotherapie indiziert ist.

Korrespondenz.

Wir werden die Antworten auf die beiden folgenden Zuschriften in der nächsten Nummer bringen.

Die Redaktion.

Sehr geehrter Herr Redakteur!

In Ihrer in voriger Nummer dieser Zeitschrift enthaltenen Besprechung meiner Bearbeitung des Kapitels „Elektrotherapie“ in dem „Handbuche der pkysikalischen Therapie“ (Leipzig 1901) finden sich einige tatsächliche Irrtümer, die zu berichtigen ich mich verpflichtet fühle.

Sie sind der Ansicht, dass ich zwar innerhalb des Rahmens der auf den Schwachstrom beschränkten, das traditionelle Arbeitsgebiet des Nervenarztes nicht überschreitenden Elektrotherapie ausgezeichnetes geleistet habe, dass aber

Digitized by Google

die gewaltig vorwärtsstrebende moderne Richtung der Elektrotherapie in diesem neuesten deutschen Handbuche nicht nach Verdienst zu Worte gekommen sei. Als Beleg für dieses Urteil führen Sie zunächst an, dass die Elektrotherapie der Frauenleiden, die Apostoli geschaffen hat und die der Aneurysmen gar nicht erwähnt werde.

Demgegenüber muss ich Sie darauf aufmerksam machen, dass ich das prinzipielle dieser Behandlungsmethoden auf S. 385 f. im Kapitel „Elektrolyse" ganz kurz erwähnt habe, mit dem Hinzufügen, dass die nähere Schilderung der Technik dieser Methoden im speziellen Teil abgehandelt werden würde.

Sie hätten sich nun leicht durch Nachschlagen des speziellen Teiles davon überzeugen können, dass diese Methoden in der Tat in Bd. IV ausführlich von Gottschalk und von Litten besprochen worden sind.

Sie sagen ferner, dass die Jonenwanderung als wesentliches Moment der therapeutischen Erfolge der Stromapplikation von mir geradezu abgelehnt werde, und dass eine Beeinflussung des Stoffwechsels direkt durch Einwirkung auf die Gewebe unabhängig vom Nervensystem von mir bestritten werde. Sie zitieren zum Beweise folgende Stelle aus meiner Arbeit: „Das Wesen der Wirkung der Elektrizität auf den lebenden Organismus ist zu charakterisieren als ein Nervenreiz . . . . auf diesem Wege dürften wohl die meisten, wenn auch nicht alle therapeutischen Wirkungen der Elektrizität vor sich gehen."

In diesem Zitat haben Sie einige sehr wesentliche Worte ausgelassen; der Satz heisst nämlich vollständig: „ . . . . dürften wohl die meisten, wenn nicht alle therapeutischen Wirkungen der Elektrizität — abgesehen natürlich von den oben geschilderten rein physikalischen — vor sich gehen."

Diese von Ihnen ausgelassenen Worte enthalten gerade den Hinweis darauf, dass ich die modernen, höchst interessanten Anschauungen über die Jonenwanderung und die Kataphorese, ebenso wie auch über die Wirkungen auf den Stoffwechsel, die Beeinflussung von Bakterien usw. sehr wohl in den Kreis meiner Darstellung gezogen und den Lesern durchaus nicht vorenthalten habe.

Diese neuen, übrigens nur zum Teil „modernen" Anschauungen (vergl. den Begriff der Katalyse bei R. Remak) sind in meinem therapeutischen Teil ausführlich besprochen worden und auch im methodischen Teil habe ich eine eingehende Schilderung der Arsonvalschen, der Sinusoïdal- und der Jodkoströme (die elektromagnetische Therapie existierte bei Abfassung meiner Arbeit noch nicht!) gegeben. Noch ausführlicher diese Methode zu schildern oder tiefer auf physikalische Theorien einzugehen, schien mir in einem Buche, welches den praktischen Zwecken der physikalischen Therapie gewidmet ist und dessen Redaktion mir die Aufgabe gestellt hatte, auf ca. 5 Druckbogen die gesamte Elektrotherapie darzustellen, nicht angebracht und nicht im Interesse der Leser gelegen.

Ich glaube also sagen zu können, dass ich die neuere Richtung in der Elektrotherapie wohl habe zu Worte kommen lassen und dass ich die ihr zugrunde liegenden Anschauungen durchaus nicht rundweg abgelehnt habe; dass ich aber diese modernen Anschauungen über die Wirkungsweise der Elektrizität nicht an erste Stelle setzen konnte, sondern dass ich die Wirkungen auf das Nervensystem höher bewerten zu müssen glaubte, das ist ein Standpunkt, den ich auch heut, nachdem bereits 3 Jahre seit Erscheinen meiner Arbeit ver-

Digitized by Google

flossen sind, nicht ändern könnte. Ich glaube mich zu diesem Standpunkte auch „ohne eigene technische und klinische Erfahrung“ auf dem Gebiete der hochgespannten Ströme, rein auf Grund kritischer Betrachtung der Literatur berechtigt.

Sobald ich durch neue Mitteilungen von zuverlässigen physiologischen und klinischen Beobachtern eines Besseren belehrt sein werde, werde ich gern meinen Standpunkt ändern. Sie selbst, sehr geehrter Herr Kollege, wären der Berufensten einer, der mich belehren könnte.

Sie haben seit Jahren ausgiebige klinische Erscheinungen auf dem Gebiete der Hochspannungsströme gesammelt, Sie redigieren diese Zeitschrift, welche sich mit Erfolg die Aufgabe gestellt hat, die moderne Elektrizitätslehre mit der Praxis zu verbinden und doch haben wir von Ihnen noch nichts über Ihre Erfahrungen mit den modernen Methoden, speziell mit der Arsonvalisation gehört. Ihr Artikel im vierten Jahrgang (S. 36 ff.) ist leider unvollendet geblieben und hat uns die erhofften Aufschlüsse nicht gebracht. Wenn so die Berufenen schweigen und Unberufene bisweilen Arbeiten produzieren, über die der Leser am besten schweigt, so kann es nicht wundernehmen, wenn die meisten Kliniker diesen modernen Bestrebungen noch immer abwartend gegenüberstehn. Wenn Sie das besprochene Buch weiter durchsehen, werden Sie z. B. bemerken, dass im speziellen Teil in den Kapiteln „Arthritis“, „Gicht“, „Diabetes“, „Fettsucht“, „Lungentuberkulose“ die Methode der Arsonvalisation gar nicht erwähnt ist. Ich kann diese Unterlassungssünde den betreffenden Autoren von meinem Standpunkte aus nicht allzuhoch anrechnen!

Die sich darin ausdrückende reservierte Haltung, welche die deutschen Kliniker der „gewaltig vorwärtsstrebenden Richtung“ der modernen Elektrotherapie gegenüber einnehmen, und welche sich u. a. auch in dem auffällig schwachen Besuch des letzten Elektrologenkongresses zu erkennen gab, werden Sie nur ändern können, wenn Sie dafür sorgen, dass in der Literatur exakte wissenschaftliche Beobachtungen über die neuen Methoden auf solider klinischer Grundlage herausgebracht werden.

Die bisher vorhandenen Arbeiten genügen durchaus noch nicht, um den Zweifler zu überzeugen; das beigebrachte klinische Material ist nicht beweiskräftig genug und in den grundlegenden physiologischen Fragen finden sich bei den verschiedenen Autoren diametrale Gegensätze, die noch der Lösung und des Ausgleiches harren.

Wenn Sie in Ihrer doppelten Eigenschaft als erfahrener Elektrotherapeut und als Redakteur imstande sind, die Literatur der nächsten Jahre in der angedeuteten Richtung zu beeinflussen, dann werden Sie mit Recht verlangen können, dass ein künftiges Handbuch der physikalischen Heilmethoden der modernen Richtung der Elektrotherapie einen breiteren Raum einräumt, wie das in Rede stehende.

Mit grösster kollegialer Hochachtung

bin ich
Ihr ganz ergebener

Breslau, 9. Februar 1904. Ludwig Mann.

Digitized by Google

Berichtigung

zu Dr. Zanietowski's Abhandlung: „Neue Gesichtspunkte zur Zukunft der Kondensatorfrage und der Elektrodiagnostik im allgemeinen"

(Zeitschrift für Elektrotherapie, Dezember 1903, S. 396)

von **Maurice Mendelssohn**, Paris.

In dem oben angeführten Artikel, der mir erst vor kurzem zu Gesicht gekommen ist, sind einige irrige Behauptungen, die der Erklärung bedürfen, ausgesprochen.

Indem Dr. Zanietowski „auf ein grosses Gebiet von komplizierten und verhältnismässig wenig berücksichtigten Veränderungen der Muskelzuckungskurven" zu sprechen kommt, sagt er Seite 400: „was auf diesem Gebiete in hervorragender Weise bisher Doumer geleistet hat, ist wohl allen aus dessen Arbeiten und aus den Referaten des letzten Berner Kongresses bekannt", und weiter: „Besonders in den letzten Zeiten habe ich es deutlich gesehen, dass bei der Anwendung des stabilen Kondensatorreizes die normalen Muskelkurven ziemlich konstant ausfallen und dass wir ausser den spasmodischen, paralytischen, degenerativen und atrophischen Myogrammen von Doumer" usw.

Mit nicht geringem Erstaunen habe ich diese Zeilen gelesen, in denen Dr. Zanietowski bei Erwähnung der von mir gefundenen Tatsachen nicht nur meinen Namen verschweigt — und hätte es sich nur hierum gehandelt, so hätte ich mich dagegen nicht erhoben — sondern sogar meine myographischen Untersuchungen einem anderen, und zwar Herrn Prof. Doumer, zuschreibt. Diese Ungenauigkeit kommt mir um so erstaunlicher vor, als ich es gerade Herrn Doumers Gerechtigkeit zu verdanken habe, meine früheren Untersuchungen dem Vergessen entrissen und die Aufmerksamkeit der Elektrodiagnostiker von neuem auf dieselbe gelenkt zu sehen. Ich glaube alle die so hoch interessanten Arbeiten dieses hervorragenden Gelehrten zu kennen, doch aus keiner derselben habe ich ersehen können, dass Herr Doumer je auf dem Gebiete der klinischen Myographie gearbeitet hat. Auch ist es mir unklar von welchen Referaten des letzten Berner Kongresses Dr. Zanietowski sprechen will, in denen von den Doumerschen Leistungen im Bereiche der klinischen Myographik die Rede sein soll. Ich habe keine Andeutung darüber in diesen Berichten finden können. Herr Doumer selbst behauptet auch gar nicht sich mit myographischen Untersuchungen beschäftigt zu haben. Ganz im Gegenteil in seinem vortrefflichen, an dem ersten Internationalen Neurologen-Kongress in Bruxelles 1897 vorgelegten Berichte, in dem er drei Seiten meinen Untersuchungen gewidmet hat, sagt er ganz ausdrücklich Seite 75: „C'est M. M. Mendelssohn qui paraît s'être le „premier occupé de cette question; pendant plusieurs années il l'a étudiée, „dans les laboratoires et dans les cliniques, au double point de vue de la „physiologie et de la pathologie. Il est arrivé à des résultats qui méritent „d'être rapportés. Cet auteur fait très justement remarquer que l'examen „clinique, consistant en une appréciation par la vue de la valeur de la secousse „musculaire d'après le mouvement effectué par le membre explorée, est super-

Digitized by Google

„ficiel et imparfait, qu'il est nécessaire si l'on veut avoir des renseignements „exacts sur les diverses modalités de la secousse, d'inscrire cette secousse par „les procédés habituels de la méthode graphique."

Sollte diese Arbeit Doumers Herrn Zanietowski nicht zugänglich gewesen sein, so hätte er doch dasselbe ersehen können aus dem am Berner Elektrologen-Kongresse (1902) vorgelegten sorgfältigen Bericht von Professor Cluzet. In diesem Berichte wird Seite 22 folgendes von Herrn Cluzet gesagt: „M. Mendelssohn a le premier étudié systématiquement cet ordre de „réactions en enrégistrant les secousses par la méthode graphique et en „rapprochant les unes des autres les courbes pathologiques qui présentent des „caractères semblables. Cet auteur a ainsi observé quatre types bien distincts „les uns des autres et qui paraissent correspondre à des altérations organiques „différentes."*)

Die Anführungen aus den Berichten der von Herr Zanietowski zitierten französischen Gelehrten sind so klar und unzweideutig, dass kein Zweifel über die Ungenauigkeit der Literaturangaben des Herrn Zanietowski weiter bestehen kann. Es ist ganz unerklärlich, dass Herrn Zanietowski, dem meine Arbeiten über die Muskelzuckungskurven beim Menschen entgangen zu sein scheinen, auch das hierauf Bezügliche in den Berichten der Herrn Doumer und Cluzet, auf welche er sich jedoch beruft, ebenso übersehen hat. Umsomehr scheint es mir zweckmässig diese Berichtigung nicht zu unterlassen, als damit diejenigen, die sich über die, die pathologische Myographik betreffende Literatur in Zanietowski's Artikel unterrichten möchten, vor einem Irrtum gewarnt werden. Die vollständige, sich auf diese Frage beziehende Literatur wird in dem von mir Ende dieses Jahres erscheinenden und sich bereits im Drucke befindenden Buche „über die Muskelzuckung beim gesunden und kranken Menschen" angegeben sein.

Zum Schlusse möchte ich noch meine Befriedigung darüber aussprechen, dass Herr Zanietowski bei Anwendung des stabilen Kondensatorreizes die von mir festgestellten vier Haupttypen der pathologischen Muskelzuckungskurve (spasmodische, paralytische, degenerative und atrophische) ebenfalls „mit aller Schärfe" sehen konnte.

---

*) Die wesentlichsten Ergebnisse meiner Untersuchungen finden sich in folgenden Arbeiten:

1. Recherches cliniques sur la période d'excitation latente des muscles dans différentes maladies. Archives de physiologie normale et pathologique 1880 p. 193.

2. Recherches sur la courbe de la secousse musculaire dans différentes maladie du systeme nerveux. Comptes rendus de l'Academie de Sciences de Paris 1883.

3. Untersuchungen über die Muskelzuckung bei Erkrankungen des Nerven- und Muskel-Systems. Diss. Dorpat 1884.

4. Sur les types pathologiques de la courbe de secousse musculaire. Compte rendu de l'Academie de Sciences de Paris 1891.

5. Nouvelles recherches cliniques sur les variations pathologiques de la courbe de secousse musculaire. Revue neurologique 1903 Nr. 3.

Digitized by Google

Zeitschrift für Elektrotherapie
und die physikalischen Heilmethoden.

Band VI. 1904. Heft 4.

A. Abhandlungen.

I.

Die Wärmestrahlung, ihre Gesetze und ihre Wirkungen.

Von Dr. **Fritz Frankenhäuser.**

(Fortsetzung.)

12. Die Wirkung der Strahlung auf die Materie.

Nach dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft kann die Energie der von der Materie absorbierten Strahlung nicht verloren gehen, sondern muss in der Materie gleichwertige Mengen anderer Energieformen entwickeln. Mit andern Worten: Stoffe, welche strahlende Kräfte absorbieren, erleiden dadurch eine Veränderung ihres Zustandes; sie reagieren auf die Strahlung; die Strahlung wirkt auf sie ein. Welcher Art die eintretende Wirkung ist, hängt von der Eigenart der absorbierten Strahlung einerseits, des absorbierenden Mediums andrerseits ab. Bei weitem am häufigsten scheint Wärme aus der absorbierten Strahlung gebildet zu werden. Aber auch elektromotorische Wirkungen, mechanische Arbeit und chemische Umwandlungen können durch solche Fernwirkungen der strahlenden Kräfte hervorgerufen werden.

13. Die Eigenarten der verschiedenen strahlenden Kräfte.

Wir kennen den Umfang nicht, welchen ein ideales Spektrum haben würde, das Strahlen aller existierender Wellenlängen enthielte. Wir kennen aber Strahlen von mehreren Metern Wellenlänge, welche nach dem augenblicklichen Stande unserer Kenntnisse den äussersten ultraroten Flügel des Spektrums bilden, und wir kennen Strahlen von 0,0001 mm Wellenlänge, welche den äussersten ultravioletten Flügel des uns zurzeit bekannten Spektrums bilden. Dazwischen sind uns eine grosse Menge von Abstufungen bekannt, die allerdings durchaus nicht lücklenlos sind. Die uns bekannten Strahlungen fassen wir am richtigsten in zwei Gruppen zusammen:

Digitized by Google

1. Die elektrische Strahlung umfasst die grössten. uns zurzeit bekannten Wellenlängen. Wir kennen elektrische Wellen von 5 m und mehr bis zu 75,0 mm und weniger Länge. Auf ihnen beruhen die Fernwirkungen der Elektrizität, die Induktion, die Funkentelegraphie. Dass die elektrische Kraft den optischen Strahlungsgesetzen untersteht, wurde von Hertz (11) experimentell nachgewiesen.

2. Die gemeinsame Gruppe der Wärme- und Lichtstrahlung ist von der vorhergehenden durch ein grosses unbekanntes Gebiet getrennt. Sie ist zurzeit begrenzt durch die längsten bekannten ultraroten Wellen von 0,06 mm Länge und die kürzesten bekannten ultravioletten Wellen von 0,0001 mm Länge.

Sie bildet physikalisch ein vollkommen geschlossenes und einheitliches Gebiet. Aus demselben ist rein willkürlich der Bezirk „Licht“ (0,00068—0,000 33 mm Wellenlänge) wegen seiner physiologischen Wirksamkeit auf das menschliche Auge herausgehoben. Das Gebiet der Wellen, welche länger sind, als die längsten sichtbaren Wellen, nennen wir das ultrarote, das Gebiet der Wellen, welche kürzer sind als die kürzesten sichtbaren Wellen, nennen wir das ultraviolette Gebiet. Tatsächlich bilden aber alle drei Gebiete eine ununterbrochene Reihe verschiedener Wellenlänge. Und das Gebiet des sichtbaren Spektrums ist nichts anderes als eine recht kleine Provinz des grossen Spektrums der Wärmestrahlung. Wir werden daher in folgendem an dieser Zusammengehörigkeit festhalten, und können die Lichtstrahlen als sichtbare Wärmestrahlen, die übrigen Wärmestrahlen als unsichtbare bezeichnen.

II. Die besonderen Bedingungen für die Wärmestrahlung.

14. Licht- und Wärmestrahlung sind nun zwar insofern identisch, als das Gebiet der Lichtstrahlung nichts anderes darstellt als einen kleineren Abschnitt aus dem grossen Gebiete der Wärmestrahlung. Wir können daher die Gesetze und Beobachtung, welche uns die Photophysik, die Photochemie, die Photophysiologie und die Phototherapie bringen, ohne weiteres als gültig für ein gewisses Gebiet der Wärmestrahlung annehmen. Wir werden uns oft der bei den Lichtstrahlen gewonnenen Erfahrung zum besseren Verständnis der Wärmestrahlung bedienen. Die Wärmestrahlung besitzt aber darüber hinaus noch eine viel grössere und allgemeinere Bedeutung als die Lichtstrahlung.

15. Die Ursachen der Wärmestrahlung.

Alle Gase, Flüssigkeiten und festen Körper unserer Umgebung, kurz alle uns bekannte Materie, erregt fortwährend Wärmestrahlung. Wir kennen kein Medium, welches keine Wärme ausstrahlte.

Digitized by Google

Als Ursachen dieser Erscheinung denken wir uns nach der mechanischen Wärmetheorie (14) die Moleküle aller Materie in ständiger Bewegung begriffen. Diese Bewegung ist bei den Molekülen innerhalb der Gase in der Regel als unbehindert geradlinig zu denken. Innerhalb der flüssigen und festen Körper ist sie infolge der grossen Dichtigkeit der Moleküle mehr behindert, so dass wir uns in den letzteren die Moleküle um eine gewisse Gleichgewichtslage sich bewegend vorstellen müssen.

Diese Bewegung der Moleküle stellt eine gewisse Energie dar (kinetische Energie, lebendige Kraft der Moleküle), und diese Energie ist es eben, was wir als „Wärme" empfinden. Je wärmer ein Körper ist, eine desto grössere lebendige Kraft besitzt die Bewegung seiner Moleküle und das Mass für die durchschnittliche kinetische Energie der Moleküle eines Körpers stellt seine Temperatur dar. Wenn zwei Körper verschiedener Temperaturen einander berühren, so geben die Molekülen des einen kinetische Energie an die benachbarten des zweiten kühleren ab, und diese dann wiederum ihrerseits an ihre Nachbarmoleküle. Hierauf beruht der Vorgang der Wärmeleitung. Andererseits teilt sich aber auch diese Energie der Moleküle dem Äther mit und wird von diesem in transversalen Wellen mit einer Geschwindigkeit von 300 000 km in der Sekunde geradlinig fortgepflanzt. Hierauf beruht der Vorgang der Wärmestrahlung.

16. Der absolute Nullpunkt.

Da alle Körper Wärmestrahlung zeigen, muss man auch allen Molekülen einen gewissen, je nach der Temperatur verschiedenen Grad von kinetischer Energie zuschreiben. Theoretisch kann man sich jedoch einen Zustand denken, wo diese Energie gleich Null wird, wo also die Materie keinen Gehalt an Wärme mehr hat. Man berechnet sogar die Temperatur, bei welcher dieser Zustand eintreten müsste, auf Grund des Mariotte-Gay-Lussacschen Gesetzes auf — 273° C. und nennt dieselbe, bei welcher alle kinetische Energie der Moleküle, also alle Wärmeenergie verschwunden sein müsste, den absoluten Nullpunkt. Die Temperaturen, welche vom absoluten Nullpunkte aus in Celsiusgraden aufwärts rechnen, nennt man absolute Temperaturen.

Ein Körper von der absoluten Temperatur Null würde also keine lebendige Kraft seiner Moleküle, keine Wärme besitzen und daher auch kein Wärme-Strahlenvermögen.

17. Das absolute und relative Strahlungsvermögen.

Sobald wir einem solchen Körper, sei es durch Berührung mit einem warmen Körper, sei es durch Strahlung, sei es sonstwie Wärme mitteilen,

Digitized by Google

beginnt er auch Wärme auszustrahlen. Die Wärmemenge, welche bei einer gegebenen Temperatur pro Quadrat-Zentimeter ausgestrahlt wird, ist abhängig von der Natur des strahlenden Körpers, insbesondere seiner Oberfläche. Unter dem absoluten Strahlungs- oder Emissionsvermögen (σ) eines Körpers verstehen wir diejenige Wärmemenge, welche von einem Quadrat-Zentimeter seiner Oberfläche bei einer absoluten Temperatur von 1° C. in einer Sekunde gegen einen Raum von der absoluten Temperatur Null ausgestrahlt werden würde.

Leslie (15) verglich zuerst in exakter Weise das relative Emissionvermögen verschiedener Körper. Russ ergab das höchste Emissionsvermögen. Wurde dies = 100 gesetzt, so ergab sich für andere Körper:

Russ = 100	Rauhes Blei = 45
Papier = 98	Quecksilber = 20
Siegellack = 95	Blankes Blei = 19
Crownglas = 90	Poliertes Eisen = 15
Tusche = 88	Kupfer = 12.
Eis = 85	

Das Strahlungsvermögen ein und derselben Substanz ändert sich jedoch mit der Beschaffenheit der Oberfläche. Je dichter und glatter diese ist, desto geringer, je rauher und lockerer sie ist, desto grösser ist das Strahlungsvermögen. Wir sehen dies an den Zahlen für glattes und rauhes Blei. Doch ist eine gewisse Dicke der strahlenden Schicht nötig, um die Strahlung voll zu entfalten, da auch aus dem Innern Strahlung hervordringt (16).

18. Das Stefansche Gesetz.

Wenn man das absolute Strahlungsvermögen (σ) der Körper berücksichtigt, so nimmt jedoch die von einem Körper bei steigender Temperatur ausgestrahlte Wärmemenge (Q) in ganz gesetzmässiger Weise zu. Sie ist nämlich proportional der 4. Potenz der absoluten Temperatur (T) der Körper.

$$Q = \sigma T^4 \text{ (Stefansches Gesetz 17).}$$

Ein Körper von absolutem Strahlungsvermögen = 1 würde also beim Gefrierpunkt des Wassers (= 275° C. absoluter Temperatur) $Q = (273)^4$, bei Gefrierpunkt des Wassers (= 373° C. absoluter Temperatur) $Q = (373)^4$ und bei der Temperatur der Weissglut $Q = (2443)^4$ Einheiten ausstrahlen.

19. Qualitative Unterschiede.

Die Gesamtmenge (Q) der Strahlung eines Körpers ist also abhängig 1. von der Natur und Oberfläche des strahlenden Körpers (σ), 2. von seiner Temperatur. Und wenn wir eine Strahlung in ihre verschiedene

Digitized by Google

Spektralbezirke auflösen, und deren Intensitäten einzeln messen, so können wir auch die Vorgänge im einzelnen verfolgen, welche dem Stefanschen Gesetze $Q = \sigma T^4$ zugrunde liegen.

Was zunächst das spezifische Strahlungsvermögen (σ) eines gegebenen Körpers anbetrifft, so zeigt dieses Strahlungsvermögen eine spezifische, für jede Substanz charakteristische spektrale Zusammensetzung.

Am deutlichsten tritt dies bei den Gasen hervor. Gase besitzen im Vergleich zu festen und flüssigen Körpern ein äusserst geringes spezifisches Strahlungsvermögen. Dass kommt daher, dass sie in der Regel nicht etwa alle möglichen Wellenlängen des Wärmespektrums, sondern überhaupt nur einzelne wenige, stark begrenzte Wellenlänge zu schwingen und dem Äther mitzuteilen vermögen. Wir nehmen an, dass in Gasen, infolge der grossen Freiheit, welche die Moleküle besitzen, diese nur diejenigen Schwingungen ausführen, zu welchen sie am besten befähigt sind. Das Emissionsspektrum der Gase, das Wärmespektrum sowohl wie das leuchtende, ist daher ein Linienspektrum, das heisst es besteht aus wenigen, für die einzelnen Gase ganz charakteristischen Linien.

Dies gilt wenigstens für Gase unter dem normalen Atmosphärendruck. Unter steigendem Druck verändert sich jedoch das spezifische Emissionsvermögen aller Gase wesentlich (18). Als Beispiel diene das sichtbare Spektrum des Wasserstoffes. Bei Atmosphärendruck zeigt glühender Wasserstoff schwaches Licht, das spektral in drei scharfe Linien zerfällt, Hα entsprechend der Fraunhoferschen Linie C im Rot, Hβ entsprechend der Fraunhoferschen Linie F im Blaugrün und Hγ entsprechend der Fraunhofer'schen Linie G im Blauvioletten. Bei zunehmendem Druck dehnen sich diese Linien immer mehr zu breiten Bändern aus (Bandenspektrum) und schliesslich wandelt sich das Bandenspektrum in ein kontinuierliches Spektrum, das heisst die Strahlung, welche bei niederem Drucke nur einzelne eng begrenzte Wellenlängen führte, führt bei hohem Druck alle Wellenlängen gleichzeitig. Bei 1260 mm Quecksilberdruck ist das ganze Spektrum wahrhaft blendend. Wir sehen also hier bei ein und derselben Substanz mit Zunahme des Druckes, also mit Zunahme der Dichte der Moleküle eine entsprechende Zunahme des spezifischen Strahlungsvermögens, welche auf einer Ausbreitung des spektralen Strahlungsvermögens beruht. Wir erklären uns diesen Umstand so, dass bei zunehmender Dichte die Moleküle sich gegenseitig mehr und mehr in ihrer Eigenbewegung stören, dass sie sich aneinander reiben, so dass zu den Schwingungen, zu denen sie am meisten befähigt sind, mehr und mehr solche kommen, zu welchen sie erst durch Kollisionen veranlasst werden und auch diese an den Aether abgeben.

Digitized by Google

Daraus erklärt sich das verschiedene Verhältnis in der Emission von Gasen und Dämpfen einerseits, von Flüssigkeiten und festen Körpern andererseits. Während die ersteren unter Atmosphärendruck Linien- oder Bandenspektren geben, geben die letzteren kontinuierliche Spektren. Während die ersteren im allgemeinen schlechte Strahler sind, sind die letzteren im allgemeinen gute Strahler. Allerdings ist das spezifische Strahlungsvermögen für die verschiedenen Angehörigen der beiden Klassen sowohl im ganzen, als auch für die verschiedenen Spektralbezirke sehr verschieden, aber dieser grundsätzliche Unterschied bleibt im grossen ganzen bestehen.

Insofern ist also die Emission eines strahlenden Körpers von seiner Natur (σ) abhängig. Aber auch von seiner Temperatur ist nicht nur die Menge, sondern auch die Qualität seiner Strahlung abhängig.

Gehen wir wiederum von dem theoretischen absoluten Nullpunkte aus und denken wir uns wiederum den betrachteten Körper allmählich mehr und mehr Wärme zugeführt, so würde die erste minimale Wärmemenge sich dadurch betätigen, das sie eine Strahlung von ausserordentlich langen langsam schwingenden Wellen hervorrufen würde. Bei steigender Temperatur würden diese Wellen an Intensität zunehmen, gleichzeitig jedoch würden mehr und mehr kürzere schneller schwingende Wellen entstehen (19). Für jede Temperatur besitzt eine andere Wellenlänge das Maximum der Emission. So rückt, wenn wir uns die Strahlung der Körper spektral zerlegt denken, das Strahlungsmaximum sowohl, als auch die Grenze der Strahlung bei steigender Temperatur mehr und mehr nach der Richtung der starken brechbaren, kurzwelligen Strahlung und zwar so, dass die Emission derselben Wellenlänge im allgemeinen für alle Körper bei derselben Temperatur beginnt. Dem Auge unmittelbar wahrnehmbar wird dieser Vorgang, wenn die Temperatur des strahlenden Gegenstandes die Höhe von zirka 525° C. überschreitet (20,21). Denn dann beginnt der Körper Lichtstrahlen auszusenden, erst langwellige rote, bei steigender Temperatur auch orange, dann auch gelbe, grüne, blaue, violette und schliesslich ultraviolette in steigender Menge.

Für bestimmte Temperaturen sind also bestimmte Wellenlängen als Maxima sowohl wie auch als äusserste Grenze der Strahlung nach der Seite der kurzwelligsten Strahlen hin charakteristisch.

20. Die Absorption der strahlenden Wärme durch die Materie.

Wir haben uns nun klar gemacht, in welcher Weise die Wärmestrahlung zustande kommt, das heisst, in welcher Weise die Materie Wärmeenergie ihrer Moleküle in der Form von Wärmewellen an den

Digitized by Google

Äther abgibt. Die Moleküle der Materie sind nun aber, wie wir oben gesehen haben, nicht nur befähigt lebendige Kraft an den Äther abzugeben und dadurch Strahlung zu erregen, sie sind auch umgekehrt befähigt, die Energie der Ätherwellen an sich zu reissen, zu absorbieren und dadurch selbst einen höheren Gehalt an Energie zu erlangen. Mit andern Worten: alle Materie absorbiert strahlende Wärme. Um nun diesen Vorgang und seinen innigen Zusammenhang mit dem Wärmestrahlungsvermögen (Emissionsvermögen) der Substanzen klar zu machen, brauchen wir am besten ein unmittelbar zu den Sinnen sprechendes Bild aus der Akustik (22). Wenn Schallwellen auf ein System von Saiten wirken, so absorbiert jede Saite solche Schallwellen, welche ihren eigenen Schwingungsverhältnissen entspricht, und schwingt mit. Die anderen Schallwellen gehen unwirksam vorüber. Setzen wir an Stelle der schwingenden Saite die Wärmeschwingungen der Moleküle, an Stelle der Schallwellen der Luft die Wärmewellen des Äthers, so haben wir zugleich ein Bild des Verhältnisses zwischen Wärmeemissionsvermögen und Wärmeabsorptionsvermögen der Substanzen und ein Bild der Ursachen dieser Verhältnisse. Jeder Körper absorbiert diejenigen Wärmestrahlen am leichtesten, welche er am leichtesten selbst auszustrahlen vermag; Strahlen, welche ein Körper nicht selbst auszustrahlen vermag, vermag er auch nicht zu absorbieren; ein Körper, welcher ein starkes Wärmestrahlungsvermögen besitzt, besitzt auch ein starkes Wärmeabsorptionsvermögen. In diesen Sätzen liegen die Grundregeln, welche die Absorption der Wärmestrahlen und in letzter Linie auch ihre Wirkungen beherrschen (Kirchhoffsches Gesetz).

Wenn ein Körper von einer gewissen Strahlungsmenge, die wir als 100 bezeichnen wollen, getroffen wird, so wird ein Teil (R) derselben reflektiert, ein Teil (A) wird absorbiert, und ein dritter Teil (D) geht durch den Körper hindurch.

$$R + A + D = 100.$$

Man bezeichnet nun die Körper als stark Wärme absorbierend oder als atherman, wenn sie wenig Wärmestrahlung durchlassen. Es ist das ein Vorgang, welcher seine Analogie in einer geringen Durchsichtigkeit für Lichtstrahlen hat. Dagegen bezeichnet man die Körper als wenig Wärme absorbierend oder als diatherman, wenn sie viel Wärmestrahlung durchlassen. Dieser Vorgang hat seine Analogie in einer starken Durchsichtigkeit für Lichtstrahlen. Hierbei macht sich nun das Kirchhoffsche Gesetz sehr deutlich geltend, indem gute Strahler stark atherman sind, die schlechten Strahler stark diatherman sind. So ist Lampenruss diejenige Substanz, welcher ein sehr vollkommenes Strahlungsvermögen und

Digitized by Google

dementsprechend auch ein sehr vollkommenes Absorptionsvermögen zukommt, sodass er nahezu alle Strahlungsenergie, die ihn trifft, absorbiert. Der Russ ist also nahezu das, was man einen idealen vollkommen schwarzen Körper nennt, d. h. einen Körper, der überhaupt alle Strahlung sichtbar und unsichtbar absorbiert.

Sehr diatherman sind dagegen allgemein die Gase, wegen ihres geringen Strahlungsvermögens. Unter den flüssigen Körpern zeichnet sich das Wasser durch seine geringe Diathermanie aus, trotz seiner grossen Diaphanie. Es absorbiert fast alle dunkle Wärmestrahlen. Umgekehrt verhält sich eine Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff. Diese absorbiert alle sichtbaren Wärmestrahlen, lässt aber die unsichtbaren hindurch. Beide Flüssigkeiten sind daher wichtig für die Untersuchung der Wärmestrahlung.

Die grösste bekannte Diathermanie besitzt unter den festen Körpern das Steinsalz. Dies spielt daher ebenfalls bei Untersuchungen auf dem Gebiete der dunklen Wärmestrahlen eine wichtige Rolle.

21. Thermochrose.

Aber das Absorptionsvermögen eines Körpers für Wärmestrahlen stellt lediglich die Summe seines Absorptionsvermögens für die einzelnen Strahlenbezirke dar. Und da nach dem Kirchhoffschen Gesetz jeder Körper bei derselben Temperatur diejenigen Strahlen am stärksten absorbiert, die er selbst am stärksten ausstrahlt, so muss sein Absorptionsvermögen für die Strahlungen der verschiedenen Quellen ganz verschieden sein. Am stärksten ist naturgemäss das Absorptionsvermögen für die Strahlung, welche von einer Substanz ausgeht, die mit der absorbierenden Substanz identisch ist.

So liess Steinsalz (23) von 1 mm Dicke, das von allen Strahlen anderer Wärmequellen 85 % hindurch liess, von der Wärme, die Steinsalz auf 150° erhitzt aussendete, nur 53,2 % hindurch.

Wir können nach Analogie der Lichtfarben auch in Beziehung auf die unsichtbaren Wärmestrahlen von Wärmefarben sprechen. Der Körper absorbiert diejenigen Wärmefarben am stärksten, welche er selbst bei der betreffenden Temperatur am stärksten ausstrahlt. Die Diathermanie eines Körpers hängt also durchweg nicht nur von der Menge, sondern auch von der Qualität der Strahlung ab, die ihn trifft.

22. Die Richtungsänderungen der Wärmestrahlen durch die Materie.

Ebenso wie bei der Absorption und Emission verhalten sich die Wärmestrahlen im allgemeinen prinzipiell genau so wie ihre als Lichtstrahlen

Digitized by Google

bezeichnete Unterabteilung im Speziellen. Die Gesetze der Reflexion, der Refraktion, der Dispersion und der Diffraktion des Lichtes, sowie der damit zusammenhängenden Polarisation, kurzum die gesamte Optik findet ohne weiteres für das genannte Gebiet der Wärmestrahlung sinngemässe Anwendung. Verschiedenheiten ergeben sich jedoch insofern, als erstens die einzelnen Substanzen auch in dieser Beziehung, wie für die verschiedenen Lichtstrahlen, so auch für die verschiedenen Wärmestrahlen ein verschiedenes Ablenkungsvermögen besitzen, als zweitens die nicht leuchtenden Wärmestrahlen eben nicht aufs Auge wirken, die entsprechenden Vorgänge also nicht ohne weiteres sinnfällig werden, da wir kein geeignetes Organ zur Verfolgung derselben besitzen.

Zunächst können wir allgemein solche Körper unterscheiden, welche die strahlende Wärme im Allgemeinen wenig reflektieren, und solche, welche sie stark reflektieren. Die Reflektion kann regelmässig in bestimmter Richtung geschehen (Spiegelung), oder die reflektierten Strahlen können unregelmässig zerstreut, reflektiert werden.

Einen Körper, welcher alle auf ihn fallenden Wärmestrahlen regelmässig reflektiert, nennen wir thermisch spiegelnd. Thermisch schwarz ist ein Körper, welcher alle auf ihn fallenden Wärmestrahlen weder regelmässig noch diffus reflektiert. Thermisch weiss ist ein Körper, welcher alle auf ihn fallenden Wärmestrahlen diffus reflektiert.

23. Selektive Reflexion.

Aber ebenso wie bei der Emission und Absorption bevorzugen einzelne Körper auch bei der Reflexion die einen Wärmestrahlen vor den andern, so dass sie einen Teil der auf sie fallenden Wärmestrahlen reflektieren, einen andern aber absorbieren oder durchgehen lassen (selektive Reflexion). Solche Körper nennt mann thermisch farbig.

Die verschiedenen Arten der Reflexion der Körper sind insofern von grosser Bedeutung für die Wirkungen der strahlenden Wärme, als es von dem Grad und der Art der Wärmereflexion eines Körpers abhängt, ob die Wärmestrahlung in ihn einzudringen und auf seine Substanz zu wirken vermag. Vielfach ist die Anschauung verbreitet, dass die sichtbare Farbe auch das Wesentliche für die Wärmereflexion sei, und dass z. B. ein weisser Körper selbstverständlich ebenso wie die Lichtstrahlen auch die Wärmestrahlen reflektieren müsse. Dass dies durchaus nicht der Fall zu sein braucht, sieht man z. B. aus dem Verhalten des Bleiweisses (24).

Dasselbe zeigte ein Absorptionsvermögen von 53 für Rübölflamme, 56 für glühendes Platin, 89 für Kupfer von 400° Grad, 100 für Kupfer von 100°.

Digitized by Google

Die Absorption nimmt also desto mehr zu, je weniger brechbar die Wärmestrahlen sind, und von der Ausstrahlung von 100° absorbiert das weisse Bleiweiss alles.

24. Konzentrierung der Wärmestrahlen.

Eine praktische Verwertung findet die gesetzmässige Ablenkung der Wärmestrahlen durch die Brennspiegel (Reflektoren) einerseits, die Brenngläser andrerseits. Beide Vorrichtungen dienen dazu, die Wärmestrahlen nach einem Punkte hin zu konzentrieren, ganz wie das mit denselben Vorrichtungen für die Lichtstrahlen möglich ist. Der Brenneffekt, also die eigentliche thermische Wirkung dieser Vorrichtungen beruht jedoch im Wesentlichen **nicht** auf den sichtbaren, sondern auf den unsichtbaren Wärmestrahlen. Das lässt sich leicht beweisen. Konzentriert man die sichtbaren Wärmestrahlen, nachdem man aus der Strahlung einer Wärmequelle z. B. der Sonne oder einer elektrischen Bogenlampe die unsichtbaren Wärmestrahlen dadurch ausgeschaltet hat, dass man sie durch **Wasser** hindurchgehen liess, so bleibt der Brenneffekt aus. (Vergl. Tyndall, Fragmente aus den Naturwissenschaften VIII.) Schaltet man aus der Strahlung nun die **sichtbaren** Wärmestrahlen aus, indem man sie durch eine Jod-Schwefelkohlenstofflösung gehen lässt, welche sehr diatherman ist, so bleibt der Brenneffekt bestehen (unsichtbarer Brennpunkt).

25. Die Dispersion. (Zerstreuung.)

Der Dispersion sind die dunkeln Wärmestrahlen gerade so unterworfen, wie die leuchtenden. Da die dunkle Strahlung sich aber bis zu viel grössern Wellenlängen erstreckt als die leuchtenden, so erreicht ihre Dispersion einen viel grössern Umfang. Man kann mit dem Spektralapparat, ebenso wie das sichtbare, auch das unsichtbare Spektrum herstellen, und mit weiter unten zu beschreibenden Methoden untersuchen. Da jedoch das Glas nicht genügend diatherman ist, bedient man sich dabei eines Prismas, das aus dem sehr gleichmässig diaphanen Steinsalz hergestellt ist.

Auch der Diffraktion (Beugung) ist die dunkle Wärmestrahlung nach denselben Gesetzen ausgesetzt, wie die sichtbare, und mit ihrer Hilfe vermag man das sogenannte Diffraktionsspektrum der strahlenden Wärme herzustellen. (Beugungsspektren.)

26. Die allgemeinen Wirkungen der strahlenden Wärme. Erwärmung.

Wenn wir die Wirkung einer Wärmestrahlung beurteilen wollen, so muss uns als erster Grundsatz das Gesetz von der Erhaltung der Kraft gegenwärtig sein, welches besagt, dass Kraft nie aus nichts entstehen,

Digitized by Google

aber auch nie in nichts sich auflösen kann. Die Materie vermag wohl Kräfte in sich aufzunehmen (zu absorbieren), in andere gleichwertige Kräfte umzuwandeln, und diese wiederum abzugeben, sie vermag aber aus sich heraus weder Kraft zu schaffen, noch Kraft zu vernichten.

Dieser Grundsatz auf die Wechselwirkung von Wärmestrahlung und Materie angewandt, führt zu dem Schlusse, dass nur die Wärmestrahlung auf die Materie wirken kann, welche von ihr absorbiert wird, dass aber auch jede Wärmestrahlung, welche von der Materie absorbiert wird, auf diese irgend wie wirken muss. Strahlen, welche eine Substanz durchsetzen, ohne absorbiert zu werden, können also auch keinerlei Wirkung auf diese ausüben.

Welche Wirkung eine absorbierte Wärmestrahlung auf die Materie ausübt, hängt vom Charakter der Strahlung einerseits, von dem Wesen und Zustande der absorbierenden Substanz andrerseits ab.

Wir haben oben gesehen, dass jede Substanz bei ein und derselben Temperatur ein ganz bestimmtes, charakteristisches Absorptionsvermögen für Wärmestrahlen besitzt. Wir haben uns das so erklärt, dass ihre Moleküle auf ganz bestimmte Schwingungszahlen abgestimmt seien und dass sie infolgedessen die entsprechenden Wärmeschwingungen des Äthers aufzunehmen (zu absorbieren) fähig seien, die andern nicht, ähnlich wie sich ein System von Saiten gegenüber Schallwellen verhält.

Wir müssen demnach annehmen, dass zunächst die Strahlung jedesmal in der Form der betreffenden Wärmeschwingung von der Substanz aufgenommen werde. Die Erfahrung lehrt aber, dass sie in der Regel nicht in dieser Form erhalten bleiben, sondern unmittelbar in andere Formen der Energie übergeführt werden.

Am häufigsten werden allerdings die Wärmestrahlen wiederum in Wärme übergeführt, aber in Wärme von anderer Wellenlänge. Wenn ein Körper sich durch die Strahlung eines andern Körpers erwärmt, so geht das ganz in derselben Weise vor sich, als wenn er sich durch geleitete Wärme, durch einen chemischen Prozess oder durch Reibung erwärmte, das heisst, seine Gesamtstrahlung nimmt quantitativ mit der 4. Potenz seiner Temperatur zu; qualitativ rückt allmählich sowohl das Maximum als auch die äusserste Grenze des Wärmespektrums mehr und mehr nach den kurzwelligen Strahlen hin. Es hängt also von dem augenblicklichen Wärmezustande des absorbierenden Körpers ab, in welche Wärmeschwingungen die absorbierten Strahlen umgewandelt werden. Je kühler er temperiert ist, in desto längere Wellen werden sich die absorbierten Strahlen umwandeln.

Digitized by Google

Andererseits kommt es aber auch vor, dass die absorbierten Strahlen sich teilweise in kürzere Schwingungen umwandeln. Wenn man in den dunkeln Brennpunkt einer kräftigen Strahlungsquelle, welche nur Wärmestrahlen aufhält, die länger sind, als die sichtbaren, ein Platinblech hält, so beginnt dies zu glühen, also Strahlen auszusenden, die kürzere Wellen haben, als die absorbierten. Diese Erscheinung nennt man Kaloreszenz (26).

Wir sehen also, dass eine Umsetzung von einer Art der Kraft in eine andere Art auch dann in der Regel nötig ist, wenn sich die Wirkung der Wärmestrahlung einfach durch Temperatursteigerung des bestrahlten Körpers bemerklich macht.

27. Sekundäre Wirkungen.

In vielen Fällen ist aber die Temperatursteigerung nur der Durchgangspunkt zu andern sekundären Wirkungen der Wärmestrahlung. Doch lässt es sich nicht immer entscheiden, ob solche Wirkungen primäre oder sekundäre sind. Die primären und sekundären Wirkungen der Wärmestrahlen kann man durchweg auf 3 Vorgänge zurückführen, nämlich 1. auf die Temperaturerhöhung also auf die Erhöhung der durchschnittlichen lebendigen Kraft der Moleküle eines Körpers, 2. auf die Verminderung der Kohäsion seiner kleinsten Teilchen (= Leistung innerer Arbeit), 3. auf die Veränderung des Volumens der Körper (= Leistung äusserer Arbeit).

Unter bestimmten Umständen können einzelne dieser Leistungen der Wärme auch = Null oder negativ werden. Führt man z. B. Eis von 0° Wärmestrahlen in genügender Menge zu, so entsteht Wasser von 0°; ferner tritt eine Volumenverminderung ein. Die Temperaturerhöhung ist also in diesem Falle = 0, die Verminderung der Kohäsion (innere Arbeit) ist positiv, da die Substanz vom festen in den flüssigen Aggregatzustand übergegangen ist, die Veränderung des Volumens (äussere Arbeit) ist negativ, da das Wasser von 0° ein kleineres Volumen besitzt, als Eis von 0° (27).

Aus diesem Schema können wir uns alle denkbaren Wirkungen einer absorbierten Wärmestrahlung auf die absorbierende Substanz sinngemäss entwickeln. Wir sehen ohne weiteres, dass diese Wirkungen in erster Linie von der Beschaffenheit und dem augenblicklichen Zustande der absorbierenden Substanz abhängen und mit dieser sich ändern müssen.

Hätten wir z. B. dieselbe Strahlung auf Wasser von 0° wirken lassen, anstatt auf Eis von 0°, so hätten wir eine positive Temperaturerhöhung veranlasst, indem das Wasser sich erwärmte, ebenso eine positive innere Arbeit, indem ein Teil des Wassers unter Einfluss der Wärme verdunstet wäre und eine negative äussere Arbeit (vorausgesetzt,

Digitized by Google

dass die Erwärmung nicht über 4° C. hinausgegangen wäre), da das Volumen des Wassers von 0 bis + 4° C. abnimmt. Bei Bestrahlung von Wasser über 4° C. würde auch die äussere Arbeit positiv geworden sein, da oberhalb dieses Punktes das Wasser sich mit steigender Temperatur ausdehnt. Wir sehen also hier, dass sich die absorbierten Wärmestrahlen auf dem Wege der Volumenänderung direkt in mechanische Kraft (negativen und positiven Druck) umsetzen können.

Aber auch die innere Arbeit der absorbierten Wärme kann direkt als mechanische Kraft zur Geltung kommen. Die Verdampfung der Flüssigkeiten bildet eine hervorragende Quelle mechanischer Kraft. (Dampfdruck.) Bildet doch z. B. die von den absorbierten Sonnenstrahlen erzeugte Wasserdampfbildung in letzter Linie die Quelle aller unserer Wasserkräfte. Eine besonders eigentümliche Umsetzung in mechanische Kraft macht sich bei der Drehung der sogenannten Lichtmühle durch Wärmestrahlen geltend.

Eine weitere indirekte Umsetzung der innern Arbeit absorbierter Wärme in mechanische Energie kommt in wässrigen Salzlösungen dadurch zustande, dass der osmotische Druck dieser Lösungen sich erhöht und zwar um $^1/_3$ % für jeden Grad C. der Temperaturerhöhung. (27a.)

Besonders häufig setzt sich jedoch absorbierte Wärme in chemische Energie um. Zwischen der Wärmeenergie und der chemischen Energie bestehen die zahlreichsten Beziehungen. Jeder chemische Umsatz ist das Ergebnis des Zusammenwirkens der trennenden Wärme (Dissociation) einerseits und des Bestrebens der Atome, sich zu vereinigen (Affinität) andrerseits (28). Daher entsteht oder verschwindet Wärme bei den meisten chemischen Reaktionen in demselben Masse wie umgekehrt innere (chemische) Energie gebunden wird oder frei wird. Man benutzt diese ganz allgemein auftretende Erscheinung dazu, ein Mass für die Arbeit zu gewinnen, welche bei den Reaktionen von der chemischen Energie geleistet wird, indem man feststellt, wie viele Wärmeteile (Kalorien) ein bestimmter chemischer Vorgang bindet oder frei macht. Hierauf beruhen die wichtigsten Lehren der Thermochemie. (29.) Ein wesentlicher Angriffspunkt der absorbierten Wärme gegenüber chemischen Reaktionen beruht darauf, dass sich in wässrigen Lösungen die Dissoziation der Elektrolyte, also der nach dem Typus der Salze, Säuren, Laugen (z. B. NaCl, HCl, NaOH) zusammengesetzten Chemikalien erhöht, das heisst, dass sie chemisch inaktive Moleküle in chemisch aktive Jonen zerlegt (NaCl in Na und Cl; HCl in H und Cl; NaOH in Na und OH). Aus solchen Dissoziationen können wiederum neue Verbindungen, Umlagerungen, kurz chemische Vorgänge jeder Art erstehen, so dass die

Digitized by Google

Wirkung absorbierter Wärme durchaus nicht auf Zersetzungen beschränkt bleibt. Die strahlende Wärme braucht bei diesen Vorgängen nicht immer zu beträchtlichen Temperaturerhöhungen zu führen, vielmehr kann sie direkt gebunden werden, wie dies z. B. bei den photographischen Wirkungen der Fall ist, zu welchen auch die unsichtbaren Wärmestrahlen wohl befähigt sind.

Auch auf die elektrische Energie wirkt die Wärmestrahlung ein. Vermöge der Dissoziation der Elektrolyten vermag sie Lösungen besser leitend für den galvanischen Strom zu machen. Metalle dagegen macht sie schlechter leitend für den Strom. Und schliesslich ist sie imstande elektrische Ströme selbst zu erzeugen, wie dies bei den sogenannten Thermoelementen geschieht.

28. Die Methoden zur Prüfung der Wärmestrahlungen nach Menge und Zusammensetzung.

Jeder Wärmestrahlung ist eine gewisse Intensität eigen; diese ist nach der Undulationstheorie für jede einzelne Strahlengattung proportional dem Quadrate der Wellenhöhe und umgekehrt proportional der Schwingungsdauer. (30.) Und da nun die Intensität einer Strahlung gleich der Summe der Intensitäten aller Strahlen ist, welche sie enthält (vergl. Abs. 8), so müssen wir uns jede Strahlung, welche losgelöst von der Materie den Äther durchsetzt, mit einer bestimmten Intensität, also auch mit einem genau begrenzten und nach dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft umsetzbaren Gehalt an Energie begabt denken. (31.) Messen können wir den Energiewert einer Strahlung aber nur an ihrer Wirkung auf die Materie.

Aus diesem Gesichtspunkte ergibt sich einerseits der Weg, auf dem es möglich ist ein Mass für Wärmestrahlungen zu gewinnen. Es ergibt sich aber andrerseits daraus auch die grosse Schwierigkeit, gerade für die strahlende Wärme ein absolutes Mass zu gewinnen. Wir müssen die strahlende Kraft an ihrer Wirkung auf die Materie messen. Wir haben gesehen, dass nur diejenige strahlende Wärme auf die Materie wirken kann, welche von dieser absorbiert wird. Wir kennen aber keinen Körper, welcher alle Wärmestrahlung gleichmässig absorbierte (also keinen idealen schwarzen Körper). Wir müssen uns mit unvollkommen absorbierenden Körpern begnügen und demnach auch mit einer unvollkommenen Wirkung. Aber auch für diese Wirkung besitzen wir wieder kein vollkommenes Mass. Würde sich die Wirkung z. B. ausschliesslich in einer Temperatursteigerung des absorbierenden Körpers geltend machen, so könnten wir den Kalorienwert und damit das mechanische Wärmeäquivalent der

Digitized by Google

Strahlung genau berechnen. Nun haben wir aber gesehen, dass die Wärmestrahlung sich durchaus nicht immer, vielleicht überhaupt niemals ausschliesslich in Wärme umsetzt. Ein Teil kann sich in mechanische, elektrische oder chemische Energie umsetzen. Wir sind daher zurzeit nicht imstande, ein absolutes Mass für den Energiewert einer Wärmestrahlung zu gewinnen. Die Messungsresultate können immer nur einen relativen Wert haben, welche bei den verschiedenen Messungsmethoden und für verschiedene Strahlungsbezirke sehr abweichende Resultate ergeben. In dieser prinzipiellen Unsicherheit der Messung liegt ein Hauptgrund für das Missverhältniss zwischen der grossen praktischen Bedeutung, welche die Wärmestrahlung in der Natur hat, und der verhältnismässig geringen Beachtung, welche sie in der Theorie der Naturwissenschaften findet. Hierzu kommt noch, dass die Lehre von der Wärmestrahlung in der Physik mit fortschreitender Erkenntnis der Tatsachen erst nachträglich aus zwei ursprünglich getrennten Gebieten zusammen gewachsen ist, der Wärmelehre und der Optik. Dementsprechend sind auch die Methoden, die Wärmestrahlung zu messen und zu analysieren, teils rein kalorische, teils rein optische, teils kalorisch-optische.

29. Thermometrie der Strahlung.

Die einfachste Methode, um ein Mass für den Wärmewert einer Strahlung zu gewinnen, ist die, dass man ein Thermometer dieser Strahlung aussetzt und dabei abliest, um wieviel Grade dasselbe unter dem Einflusse der Strahlung steigt. Das übliche Thermometer, welches wir zur Messung der Temperatur der Materie gebrauchen, ist aber zu diesem Zweck vollkommen unbrauchbar, und hierin zeigt sich schon der grundsätzliche Unterschied zwischen den Wärmebewegungen der Moleküle und den Wärmewellen des Äthers. Ein Thermometer, welches die Temperatur seiner Umgebung (Luft, Wasser usw.) sehr schnell und vollkommen aufnimmt, ist nahezu unempfindlich für sehr intensive Einwirkungen der Wärmestrahlung. Das kommt daher, dass das Glas, welches das Quecksilbergefäss bildet, sehr diatherman ist, also wenig Wärmestrahlung absorbiert, und dass Quecksilber selbst beinahe alle Wärmestrahlung reflektiert und noch viel weniger Wärmestrahlung absorbiert. Dies Verhalten ändert sich sofort, wenn wir das Quecksilbergefäss mit einer sehr athermanen Schicht, z. B. mit Russ überziehen; dann wird der grösste Teil der Strahlung, welche das Thermometergefäss trifft, als Wärme absorbiert. Wir haben dann ein Strahlungsthermometer. Ein solches zeigt die Lufttemperatur an, wenn sich alle Körper in seiner Umgebung mit der Luft im Temperaturgleichgewichte befinden.

Digitized by Google

Wird ihnen dagegen ein Gegenstand genähert, welcher eine höhere Temperatur hat, so steigt das Strahlungsthermometer über die Lufttemperatur, da es dann von diesem Körper mehr Wärmestrahlung aufnimmt, als es selber gleichzeitig abgibt. Wird ihm ein Gegenstand genähert, welcher eine niedrigere Temperatur hat, so sinkt das Strahlungsthermometer unter die Lufttemperatur, weil es als guter Strahler jetzt mehr Wärme an den kalten Gegenstand abgibt, als es von ihm empfängt. Ein empfindlicheres Instrument, welches auf demselben Prinzipe beruht, ist der Differentialthermometer von Leslie (32). Dasselbe besteht aus einer U-förmig gebogenen Röhre, welche an beiden Enden durch zwei vollständig gleiche Glaskugeln luftdicht abgeschlossen ist und in ihrer Mitte etwas gefärbte Flüssigkeit enthält. Die eine Kugel ist geschwärzt. Wird der kleine Apparat einer Strahlung ausgesetzt, so erwärmt sich vorwiegend die Luft in der geschwärzten Kugel, und die Flüssigkeitssäule in der Röhre bewegt sich infolgedessen nach der nicht geschwärzten Kugel zu. Die Differenz kann man an einer Skala ablesen.

Diese beiden Vorrichtungen sind für grobe Messungen brauchbar und genügen im allgemeinen, um einen Begriff für den in der Natur praktisch in Betracht kommenden Betrag einer Wärmestrahlung zu geben. Für feinere physikalische Forschungen jedoch, welche sich auf sehr geringe Strahlungsdifferenzen beziehen, reicht ihre Empfindlichkeit nicht aus.

Ein sehr interessantes, aber praktisch wenig brauchbares Instrument ist die Lichtmühle von Crookes (33). In einer luftleeren Glasbirne befindet sich, leicht drehbar um eine vertikale Achse, ein horizontales Kreuz, welches an seinen vier Enden je ein vertikal gestelltes Blättchen von Aluminium trägt. Diese Blättchen sind in gleicher Folge auf der einen Seite blank, auf der anderen Seite geschwärzt. Wärmestrahlung versetzt dieses Kreuz in Drehung. Die Drehung ist desto lebhafter, je intensiver die Strahlung ist. Es ist dies ein ganz eigentümlicher Fall der Umsetzung von Wärmestrahlen in mechanische Energie. Man hat versucht, auch diese Vorrichtung als Mass für die Intensität der Wärmestrahlungen zu gebrauchen (Skalenphotometer nach Zöllner 34).

Wesentlich vollkommenere Strahlungsmesser bietet uns die Elektrotechnik. Es dienen hier zwei Wirkungen der Wärme als Ausgangspunkt, Erstens die direkte Erzeugung elektrischer Energie durch Wärme (Thermoelemente), zweitens die Tatsache, dass Erwärmung die elektrische Leitfähigkeit der Metalle herabsetzt (Bolometer).

Auf dem erstgenannten Prinzip beruht der Thermomultiplikator oder die Thermosäule (35, 36). Der Apparat besteht aus einer thermoelektrischen

Digitized by Google

Säule, deren eine Fläche berusst und der Strahlungsquelle zugewandt ist, während die andere der Strahlungsquelle abgewandt ist. Die Säule ist mit einem Galvanometer verbunden. Wenn die beiden Flächen gleiche Temperatur haben, so gibt die Säule keinen Strom und die Galvanometernadel bleibt in Ruhe. Die geringste Strahlung wirkt erwärmend auf die geschwärzte Fläche, es entsteht Strom, welchen die Galvanometernadel anzeigt.

Das Bolometer nach Langley (37, 36) beruht darauf, dass durch Erwärmung die Leitfähigkeit der Metalle abnimmt. Ein feiner geschwärzter Draht, der von einem Strom durchflossen ist, wird der Strahlung ausgesetzt. Die geringste Wärmeabsorption des Drahtes führt zu einer Herabsetzung seiner elektrischen Leitfähigkeit und diese macht sich am Galvanometer geltend. Die Empfindlichkeit dieses Instrumentes ist eine ganz ausserordentliche. Bereits Temperaturunterschiede von $^1/_{50000}$ ° Fahrenheit sollen sich an demselben bemerkbar machen und Langley hat mit demselben die Strahlen von Körpern, die eine Temperatur von — 0,2 ° C. besassen, noch bestimmen können.

Bis hierher haben wir nur die rein thermischen Wirkungen der Wärmestrahlen berücksichtigt. Von seiten der Optik kommen jedoch ganz neue Gesichtspunkte für die Beurteilung der Wärmestrahlung.

Herrschel (38) zeigte zuerst, dass das Spektrum, welches man vermittelst eines Glas-Prismas aus einer Lichtquelle gewinnen kann, mit dem sichtbaren Teil tatsächlich nicht zu Ende ist, sondern dass es auf der Seite, welche mit Rot für das Auge endet, sich noch unsichtbar fortsetzt. Er wies dies nach, indem er ein Thermometer in die ultrarote Gegend brachte und fand, dass das Thermometer stieg, und zwar noch mehr stieg als im sichtbaren Spektrum. Von diesem Zeitpunkte an datiert die Angliederung der Lehre von der strahlenden Wärme an die Optik.

Es ergab sich aus dieser Tatsache nicht nur, dass die strahlende Wärme und das Licht ein und demselben zusammenhängenden Gebiete angehörten, es ergab sich auch für die strahlende Wärme die wichtige Tatsache, dass sie sich ebenso wie das Licht, ja bei weitem noch mehr wie dieses, aus unzähligen, qualitativ verschiedenen Strahlungen zusammensetze. Hiermit war der Anstoss gegeben, die Wärmestrahlung nach optischen Prinzipien zu behandeln.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Wesen der Kathoden- und Röntgenstrahlen.

Von **J. Stark** (Göttingen).

I. Kathodenstrahlen.

§ 1. Einleitung. Manchem Nichtphysiker begegnen in der Praxis die Röntgenstrahlen, mancher Arzt macht von ihrer durchleuchtenden Wirkung Gebrauch. Wer sich nicht mit der äusseren Betrachtung einer Erscheinung begnügt, wer den Mechanismus des physikalischen Vorganges, den er handhabt, auch verstehen will, der wird auch bei den Röntgenstrahlen nach ihrem Wesen, nach ihrem Unterschied von den gewöhnlichen Lichtstrahlen fragen.

Wenn neue Ideen von prinzipieller Bedeutung in einer Wissenschaft eingeführt werden, so beansprucht schon die Überwindung der bis dahin üblichen Vorstellungen innerhalb des Faches in der Regel eine nicht unbeträchtliche Zeit. Wie eine grosse Masse schweren Stoffes unter der Wirkung einer Kraft aus dem Zustand der Ruhe heraus nicht unvermittelt schnell eine grosse Geschwindigkeit annehmen kann, so können neue Ideen auch nur allmählich die Zustimmung einer grossen Zahl von Köpfen finden. Und erst wenn innerhalb des Faches die neuen Ideen allgemeine Anerkennung gefunden haben, so können sie durch Vermittlung der Schule und populärer Darstellungen weiteren Kreisen vertraut werden. Was die Väter nicht verstehen konnten, was nur in abgebrochenen Stücken aus der Ferne zu ihnen herüberklang, das lernen im wissenschaftlichen Leben so häufig dann die Söhne von Jugend auf aus der Nähe kennen.

Das Zusammenwirken von Experiment und Theorie hat in den letzten sieben Jahren eine neue Epoche in der Physik heraufgeführt; ins Zentrum dieser Wissenschaft hat sich die Elektromagnetik geschoben, das Elektrizitätsteilchen kämpft mit dem Massenteilchen um die Führerschaft in der Physik und damit in der gesamten Naturwissenschaft. Die Entdeckung der Röntgenstrahlen war der Böllerschuss, der die neue Epoche einleitete, der auch die physikalische Aussenwelt für einen Moment

Digitized by Google

überrascht aufhorchen liess. Auf der physikalischen Bühne selbst traten freilich die Röntgenstrahlen bald in den Hintergrund und machten vor einem zunächst kleinen rein physikalischen Publikum dem Träger der Hauptrolle Platz, dem negativen Elektron, das als Kathodenstrahl der Erzeuger der Röntgenstrahlen ist.

§ 2. Masse, Elektrizität. — Die Beschleunigung a wird definiert als die Geschwindigkeitsänderung in der Zeiteinheit, Kraft K nennen wir die Ursache einer Geschwindigkeitsänderung, wir setzen sie proportional der Beschleunigung, also $K = m \cdot a$, wo m ein Proportionalitätsfaktor, ein Koëffizient ist. Diesen Koëffizienten nun nennen wir die Masse desjenigen Körpers, auf den Kraft wirkt, an dem die Geschwindigkeitsänderung wahrnehmbar ist. Wir haben in der Erfahrung verschiedene Kräfte, beispielsweise die Schwerkraft, wir können einen gewissen Wert dieser Kraft als Einheit für die Messung von Kräften festsetzen, wir können ausserdem die Geschwindigkeitsänderung von 1 cm in 1 sec als Einheit der Beschleunigung festsetzen. Wir können dann auch das Verhältnis von Kraft zur Beschleunigung, jenen Beschleunigungskoëffizienten, die Masse, messen.

Die menschliche Erfahrung hat nun bis jetzt ergeben, dass die Beschleunigungskoëffizienten in den bis jetzt untersuchten Grenzen der Geschwindigkeit unabhängig sind von dem Zustand der Körper und ihrer räumlichen Anordnung. Zu dem Satz von der Konstanz der Masse gesellte sich die Erfahrung von ihrer physikalischen Teilbarkeit und der Konstanz der chemischen Eigenschaften. So bildete sich die Vorstellung von unveränderlichen Individuen der Masse, von den chemischen Atomen. Der Masse und ihren Atomen wurde eine primäre, unveränderliche Existenz in der Welt zugeschrieben, aus einer Bewegung von Massenteilchen glaubte man mechanistisch die ganze Welt herleiten zu können.

Man vergisst heutzutage häufig, dass der Begriff der Masse lediglich durch Definition aus anderen physikalischen Grössen hergeleitet ist, dass die Masse in der Erscheinungswelt als Beschleunigungskoëffizient nur insofern existiert, als ein gewisses Etwas eine Änderung seiner Geschwindigkeit erfährt. Der dogmatischen Autorität der Masse kommt dabei zu Hilfe, dass wir die Erfahrung unseres Tastsinnes von der Raumerfüllung der Körper mit der Vorstellung der Masse verbinden; dadurch gewinnt diese eine hypnotisierende Macht über uns, von der wir uns kaum emanzipieren können. Ein jeder ist fest überzeugt, dass er sich die Masse eines Atoms als raumerfüllend und undurchdringlich bestimmt und klar vorstellen kann. In Wirklichkeit definiert aber auch unser Tastsinn die Masse lediglich als das Verhältnis von Kraft zur

Digitized by Google

Beschleunigung. Bringen wir mit unserer Muskelkraft an zwei Körpern gleich grosse Geschwindigkeitsänderungen hervor, so schreiben wir demjenigen die grössere Masse zu, auf den wir eine grössere Kraft wirken lassen müssen, von dem wir den grösseren Gegendruck erfahren.

Die Physik hat nun nach langem Ringen im quantitativen Experiment ein in der Welt real existierendes Etwas aufgefunden, das der letzte elementare Träger der natürlichen Erscheinungen, das, zusammen mit der Energie, zur obersten Regierung in der Naturwissenschaft berufen zu sein scheint. Es ist dies die Elektrizität. Wir haben sie uns als ein Etwas vorzustellen, das im Raume existiert. Die Erfahrung hat zwei Elektrizitätsarten von entgegengesetzten Eigenschaften festgestellt, sie hat gefunden, dass Elektrizitätsmengen durch die Kräfte sich vergleichen lassen, die von ihnen ausgehen. Die Elektrizität kann in ihrer Menge durch menschliche Mittel nicht verändert werden, nur scheinbar kann eine Elektrizitätsmenge für die Mittel menschlicher Wahrnehmung zum Verschwinden gebracht werden, indem man sie mit einer entgegengesetzt gleich grossen Elektrizitätsmenge mischt. Nicht wie die Masse existiert die Elektrizität erst dann, wenn Beschleunigung vorhanden ist, nein auch im unbeschleunigten Zustand machen elektrische Ladungen durch ihre wechselseitige Kraftwirkung ihre Existenz kund. Elektrische Ladungen können Geschwindigkeitsänderungen oder Beschleunigungen unter der Wirkung der von ihnen ausgehenden Kräfte erfahren. Demgemäss muss dann ein Verhältnis zwischen Kraft und Beschleunigung sich herstellen; elektrische Ladungen müssen demgemäss einen Beschleunigungskoëffizienten oder eine Masse besitzen. Der eigentliche Träger der Erscheinung, der Bewegung ist die Elektrizität; ihr Beschleunigungskoëffizient, ihre Masse ist eine für ihre Geschwindigkeitsänderung charakteristische Grösse. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Masse eine Eigenschaft des elektrischen Teilchens, sie hängt ab von der räumlichen Verteilung der elektrischen Ladung.

Eine der Kräfte, welche einem Körper eine Beschleunigung erteilen kann, ist die Schwerkraft. Vergessend die Definition der Masse als blossen Beschleunigungskoëffizienten, suchte man ohne viele Kritik den Sitz der Schwerkraft in der Masse selbst. Schwierigkeiten machte die Erklärung der Fernwirkung, solange man zwischen den diskreten Massenteilchen den absolut leeren Raum gähnen liess, nur wenig verminderte sich diese Schwierigkeit bei Einführung eines Zwischenmediums, des Äthers.

Die elektrische Ladung dagegen ist mit dem Zwischenmedium in bestimmter Weise durch Kräfte verkettet. In ihrer Umgebung, ihrem elektromagnetischen Energie- oder Kraftfeld, herrscht eine bestimmte

Verteilung elektrischer und magnetischer Kraft. Elektrische Ladungen wirken auf einander durch ihre in die Ferne sich erstreckenden Kraftfelder. Der Versuch, die Schwerkraft als eine Äusserung elektromagnetischer Kraft zu erklären, erscheint heute nicht mehr aussichtslos.

§ 3. Elektron, Atom, Jon. — Neben dem Satz von der Konstanz der Elektrizität ergab die Erfahrung, dass eine elektrische Ladung physikalisch teilbar ist. Doch lässt sich die physikalische Teilung einer Elektrizitätsmenge nicht beliebig weit treiben; sie muss bis jetzt schliesslich Halt machen vor einer gewissen kleinsten Menge von Elektrizität, ihrem sogenannten Elementarquantum. Dieses heisst auch Elektron, für sich allein betrachtet, ohne Zugabe anderer positiver und negativer Elementarquanten. Die elektrische Ladung des Elektrons, das Elementarquantum, ist sowohl auf theoretischem, wie auf experimentellem Wege bestimmt worden, sein Wert beträgt $3{,}1 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten. Eine jede elektrische Ladung ist ein Vielfaches des Elementarquantums; kommen an den Teilchen eines Körpers elektrische Ladungen verschiedener Grösse vor, so variieren diese nicht kontinuierlich, sondern sprungweise wie die ganzen Zahlen.

Die elektrische Theorie der chemischen Atome stellt sich das einzelne chemische Atom vor als zusammengesetzt aus einzelnen von einander trennbaren positiven und negativen Elektronen, als ein System gleich vieler positiver und negativer Elektronen, die durch wechselseitige Kräfte in stabilem Gleichgewicht gehalten werden. Da im neutralen Atom gleich viele positive und negative Elektronen sind, so verhält sich das Atom in Entfernungen, welche gross sind gegen seinen Durchmesser, wie wenn in ihm überhaupt keine elektrische Ladung vorhanden wäre; seine Gesamtladung ist Null. Da eine verschiedene Anzahl von positiven und negativen Elektronen zu verschiedenartigen Gleichgewichtssystemen zusammentreten kann, so sind verschiedene Arten chemischer Atome möglich. Auch ist der Fall möglich, dass die Atome eines bestimmten chemischen Elementes zerfallen und unter Entbindung von Energie in Atome anderer Art sich verwandeln. In der Radioaktivität gewisser chemischer Elemente haben wir in der Tat eine derartige Verwandlung.

Von einem neutralen chemischen Atom kann ein negatives Elektron losgetrennt werden; der Atomrest bleibt dann mit einem positiven Elementarquantum beladen zurück. Ein positives oder negatives Elementarquantum, das frei für sich allein, ohne eine entgegengesetzt gleich grosse Ladung mitzunehmen, bewegt werden kann, heisst ein Jon. Insofern die Lostrennung negativer Elektronen von neutralen Atomen positive und negative Jonen schafft, heisst sie Jonisierung.

Digitized by Google

Der Beschleunigungskoëffizient der Jonen oder ihre Masse kann verschieden gross sein; das Jon kann ein freies negatives Elektron für sich allein sein, das nicht mit fremder Masse beladen ist; es heisst dann Elektronjon. Das Elementarquantum des Jons kann aber auch mit der fremden Masse des Atomrestes, der Komponente einer chemischen Verbindung oder mit mehreren Molekülen behaftet sein; in diesem Falle spricht man von Atom- oder Moljonen.

§ 4. Kinetische Energie des Jons aus frei durchlaufener Spannungsdifferenz, der elektrische Strahl. — Überlassen wir einen Körper im Felde der Gravitationsenergie, der Schwerkraft der Erde, sich selbst, so wird er in Bewegung gesetzt. er bewegt sich von einer Niveaufläche grösserer potentieller Gravitationsenergie S_1 nach einer Niveaufläche S_2 kleinerer Energie. Er durchläuft eine Differenz $\triangle S = S_1 - S_2$ potentieller Gravitationsenergie. Ist der Beschleunigungskoëffizient oder die Masse des Körpers m, so ist die an ihm geleistete Arbeit der Schwerkraft $m \cdot \triangle S = m \cdot (S_1 - S_2)$. Diese an dem fallenden Körper geleistete Arbeit verwandelt sich in kinetische Energie des Körpers.

Nun sind zwei Fälle möglich. Der Körper kann erstens von der Höhe h_1 in die Höhe h_2 fallen, ohne auf seinem Wege kinetische Energie an umgebende Körper durch Stoss abzugeben. So können wir den Körper von einem Turm aussen durch die Luft fallen lassen; er durchläuft dann die Niveaudifferenz $\triangle S$ frei ohne Zusammenstoss. In diesem Falle speichert sich die Energie $m \cdot \triangle S$ in dem Körper in kinetischer Form auf. Die kinetische Energie, welche er in der Höhe h_2, also beim Aufschlagen auf den Boden besitzt, ist der frei durchlaufenen Niveaudifferenz $m \cdot \triangle S$ gleich; sie lässt sich mit Hilfe des Beschleunigungskoëffizienten m darstellen. Ist nämlich die Endgeschwindigkeit in der Höhe h_2 gleich v_0, so ist die kinetische Energie $\frac{1}{2} m \cdot v_0^2 = m \cdot \triangle S$.

Der zweite Fall besteht darin, dass unser Körper nicht frei vom Turme fällt, sondern auf seinem Wege kinetische Energie abgibt, beispielsweise indem er die Wendeltreppe hinabrollt, von Stufe zu Stufe aufschlagend. In diesem Falle ist die kinetische Energie in der Höhe h_2 nicht mehr gleich der im ganzen durchlaufenen Niveaudifferenz $m \cdot \triangle S$, sondern viel kleiner.

Analog dem Körper, der im Gravitationsfeld der Erde fällt, denken wir uns nun ein freies elektrisches Elementarquantum, ein Jon, in einem elektrischen Felde. In diesem gibt es ebenfalls Flächen gleicher potentieller elektrischer Energie oder gleicher Spannung, und das Jon bewegt sich unter dem Antrieb der elektrischen Kraft von einer Fläche höherer Spannung V_1 nach einer Fläche niedrigerer Spannung V_2. Ist die elektrische

Digitized by Google

Ladung des Jons e, so wird an ihm hiebei von der elektrischen Kraft die Arbeit geleistet $e \cdot \triangle V = e \cdot (V_1 - V_2)$. Diese Energiemenge wird wird ebenfalls aus potentieller Form in kinetische Energie des Jons verwandelt. Es sind nun auch hier wieder zwei Fälle zu unterscheiden. Das Jon ist ja auf seinem Wege von Teilchen, Molekülen, Atomen, umgeben, zwischen denen sich Zwischenräume mit Äther erfüllt befinden. Solange das Jon nur im reinen reibungslosen Äther sich bewegt, verliert es keine kinetische Energie an die Umgebung, es bewegt sich frei ohne Zusammenstoss. Wenn es dagegen auf neutrale Moleküle oder andere Jonen stösst, so gibt es an diese kinetische Energie ab, wie der über die Stufen einer Treppe fallende Körper. Es sei m der Beschleunigungskoëffizient oder die Masse des Jons, v_0 die Geschwindigkeit, mit der es in der Niveaufläche V_2 eintrifft; die Geschwindigkeit in V_1 sei Null. Wenn das Jon die Spannungsdifferenz $\triangle V = V_1 - V_2$ unfrei unter Zusammenstössen zurücklegt, so ist $\frac{1}{2} m v_0^2 < e \cdot \triangle V$; wenn dagegen die Spannungsdifferenz $\triangle V$ frei ohne Zusammenstoss durchlaufen wird, so gilt $\frac{1}{2} m v_0^2 = e \cdot \triangle V = e \cdot (V_1 - V_2)$.

Man kann also an Jonen grosse kinetische Energie anhäufen, man kann ihnen sehr grosse Geschwindigkeiten erteilen, indem man sie grosse elektrische Spannungsdifferenzen frei durchlaufen lässt. Ein Jon mit grosser Geschwindigkeit heisst ein elektrischer Strahl, da es gegenüber transversalen Kräften das Bestreben hat, gradlinig seinen Weg fortzusetzen wie ein Lichtstrahl. Da es positive und negative Jonen gibt, so gibt es auch positive und negative elektrische Strahlen. Ist das Jon speziell ein negatives Elektronjon, so heisst der negative Strahl auch Kathodenstrahl nach einer Herkunftsart negativer Strahlen (§ 8). Positive Strahlen heissen auch Kanalstrahlen, ebenfalls nach einer speziellen Art des Vorkommens.

Die Spannungsdifferenz $\triangle V$ wird in der Praxis in Volt gemessen; gibt man e in elektromagnetischem Masse an ($e = 1 \cdot 10^{-20}$), so muss man $\triangle V$ noch mit 10^8 multiplizieren, um die Spannungsdifferenz ebenfalls im absoluten elektromagnetischen Mass zu erhalten. Für das negative Elektronjon ist $\frac{e}{m} = 1{,}8 \cdot 10^7$. Durchläuft es darum 1 Volt Spannungsdifferenz frei, so ist die Geschwindigkeit des erhaltenen Kathodenstrahles

$$v_0 = \sqrt{2 \frac{e}{m} \cdot \triangle V \cdot 10^8} = \sqrt{2 \cdot 1{,}8 \cdot 10^7 \cdot 1 \cdot 10^8} = 6{,}1 \cdot 10^7 \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-1}.$$

Durchläuft es 50 000 Volt frei, so entsteht ein Kathodenstrahl mit der Geschwindigkeit $v_0 = 1{,}36 \cdot 10^{10}$ cm · sec^{-1}. Die Lichtgeschwindigkeit beträgt $3 \cdot 10^{10}$ cm · sec^{-1}.

§ 5. **Der Kathodenstrahl im transversalen elektrischen Feld.** — Im folgenden beschränken wir uns auf die Betrachtung der

Digitized by Google

negativen Strahlen oder mit anderen Worten auf bewegte negative Elektronjonen oder Kathodenstrahlen. Wir kümmern uns vorderhand gar nicht um die Frage, woher das negative Elektron kommt und woher es seine Geschwindigkeit hat. Wir nehmen an, dass es da sei und wie ein abgeschossenes Projektil Geschwindigkeit besitze.

Einen Körper kann man in der Richtung der Schwerkraft also vertikal oder auch transversal dazu, also horizontal fliegen lassen. Nennen wir eine schnell bewegte Masse z. B. ein Projektil, eine abgeschossene Gewehrkugel, einen Massenstrahl, so kann dieser longitudinal oder transversal im Kraftfeld der Erde laufen. Schiessen wir die Gewehrkugel vertikal von einem Turme zur Erde, so gewinnt unser Massenstrahl zu seiner Anfangsgeschwindigkeit noch weitere Geschwindigkeit in seiner anfänglichen Bewegungsrichtung hinzu, nämlich den Betrag $\triangle v = \sqrt{2 \triangle S}$. Nun können wir unsern Massenstrahl, die Gewehrkugel, auch transversal zur Schwerkraft, also in horizontaler Richtung auf dem Turme loslassen. Nun dann gewinnt sie in horizontaler Richtung durch die Schwerkraft keinen Zuwachs ihrer horizontalen v_h Geschwindigkeit, weil sie ja in horizontaler Richtung keine Energiedifferenz $\triangle S$ durchläuft. Dagegen wirkt senkrecht dazu auf unseren Massenstrahl in vertikaler Richtung die Schwerkraft und erteilt ihm in ihrer Richtung eine Geschwindigkeit v_v. Diese vertikale Geschwindigkeit v_v wird immer grösser, je länger man die Schwerkraft wirken lässt oder eine je grössere Energiedifferenz $\triangle S$ die Kugel transversal zu ihrer anfänglichen horizontalen Richtung durchlaufen kann. Man kann leicht berechnen, welche Ablenkung a_v in vertikaler Richtung die Kugel von ihrer anfänglichen Bewegungsrichtung erfahren hat, wenn sie in horizontaler Richtung den Weg l zurückgelegt hat. Wir berechnen zunächst die Zeit t, die sie zur Zurücklegung der Strecke l_h dank ihrer horizontalen Geschwindigkeit v_h braucht. Es ist offenbar $t = \frac{l_h}{v_h}$. Während dieser Zeit fällt nun die Kugel vertikal um das Stück a_v, also um die Energiedifferenz $\triangle S = a_v \cdot F$, wo F die Energiedifferenz auf der Längeneinheit oder mit anderen Worten die Kraft auf die Masse 1 ist. Die kinetische Energie in vertikaler Richtung ist darum nach der Zeit t gleich $\frac{1}{2} m\, v_v{}^2 = m \cdot a_v \cdot F$. Am Ende von a_v ist die Geschwindigkeit $v_v = \sqrt{2\, a_v \cdot F}$, am Anfang O; die mittlere Geschwindigkeit auf a_v ist darum $\frac{1}{2}\sqrt{2\, a_v \cdot F}$. Mit dieser läuft die Kugel vertikal während der Zeit $t = \frac{l_h}{v_h}$. Da der Weg a_v gleich dem Produkt aus Geschwindigkeit $\frac{1}{2}\sqrt{2\, a_v \cdot F}$ und der Zeit $\frac{l_h}{v_h}$, so ist $a_v = \frac{l_h}{2 \cdot v_h}$

$\sqrt{2 a_v \cdot F}$ oder $a_v = \frac{l_h^2 \cdot F}{2 v_h^2}$. Das ist also die Ablenkung, welche unser Massenstrahl in vertikaler Richtung durch das transversale Gravitationsfeld erfährt, wenn er in seiner anfänglichen horizontalen Richtung den Weg l_h mit der Anfangsgeschwindigkeit v_h zurücklegt.

Analoge Verhältnisse gelten für die Bewegung eines Kathodenstrahles im elektrischen Feld. Ein solches können wir beispielsweise dadurch gewinnen, dass wir zwei Platten parallel gegenüber stellen und sie auf entgegengesetzter Spannung geladen erhalten. Die Kraftlinien sind dann parallel zu einander und senkrecht zu den Platten. Ist deren Spannungsdifferenz V in Volt, der Abstand der Platten d, so ist die Spannungsdifferenz auf der Längeneinheit oder die elektrische Kraft auf die Ladung 1 gleich $E = \frac{V}{d}$. Die elektrische Kraft auf die Ladung des Kathodenstrahles ist somit $e \cdot E = e \cdot \frac{V}{d}$.

Lassen wir nun den Kathodenstrahl in das elektrische Feld zwischen den Platten transversal zur elektrischen Kraft hineinschiessen, so verfolgt er seine Anfangsrichtung auch nicht mehr geradlinig weiter, sondern seine Bahn wird gekrümmt wie diejenige einer Gewehrkugel, welche in horizontaler Richtung abgeschossen wird. Während der Kathodenstrahl parallel zu den Platten den Weg l_h mit der anfänglichen Geschwindigkeit v_h zurücklegt, erfährt er senkrecht dazu von der elektrischen Kraft eine Ablenkung um das Stück a_e. Dieses lässt sich ganz analog wie bei der Gewehrkugel berechnen. Die kinetische Energie, welche der Kathodenstrahl in der Richtung der elektrischen Kraft gewinnt, ist $\frac{1}{2} m v_e^2 = e \cdot \triangle V = e \cdot a_e \cdot E$, die Zeit für den Weg l_h gleich $t = \frac{l_h}{v_h}$, die mittlere Geschwindigkeit auf a_e gleich $\frac{1}{2}\sqrt{2 \frac{e}{m} a_e \cdot E}$; also ist a_e gleich $\frac{l_h}{2 v_h}$ $\sqrt{2 \frac{e}{m} a_e \cdot E}$ oder $a_e = \frac{l_h^2 \cdot E}{2 v_h^2} \cdot \frac{e}{m}$. Aus dieser Gleichung kann man $\frac{e}{m}$ berechnen, wenn man l_h, v_h und E kennt.

§ 6. Der Kathodenstrahl im magnetischen Feld. — Ein elektrischer Strom ist eine geordnete Bewegung von Elektrizität, in der Regel von vielen Jonen. Demgemäss haben wir auch ein einzelnes bewegtes Jon, speziell einen Kathodenstrahl für einen elektrischen Strom anzusehen. Nun wird ein elektrischer Strom durch ein Magnetfeld abgelenkt und zwar in folgender Weise. Im Raum sind drei zu einander senkrechte Richtungen vorhanden, sie seien mit x, y, z bezeichnet. Besitzt das Magnetfeld die Richtung x, fliesst der elektrische Strom in der Richtung y, so wird er magnetisch in der zu beiden Richtungen

Digitized by Google

senkrechten Richtung z abgelenkt. Genau das gleiche geschieht mit einem Kathodenstrahl, der sich normal zu magnetischen Kraftlinien bewegt. Er erfährt eine Ablenkung a_m senkrecht zu seiner Bewegungsrichtung und senkrecht zum Magnetfeld.

Die Berechnung von a_m ist ebenso leicht, wie diejenige von a_e; wir wollen uns mit ihr nicht aufhalten, sondern es sei lediglich die Formel für a_m mitgeteilt. Ist der in einem homogenen Magnetfeld in der Anfangsrichtung zurückgelegte Weg l_h, die Stärke des Magnetfeldes M, v_h die Anfangsgeschwindigkeit, so ist

$$a_m = \frac{l_h^2 \cdot M}{2\, v_h} \cdot \frac{e}{m}.$$

§ 7. Die Masse der Kathodenstrahlen. — Kathodenstrahlen erregen Gase, durch die sie laufen, oder gewisse feste Körper, auf die sie treffen zur Fluoreszenz. Mit deren Hilfe kann man die Ablenkung der Kathodenstrahlen durch eine elektrische oder magnetische Kraft leicht beobachten. Aus der Ablenkung durch die eine wie durch die andere Kraft sowohl kann man schliessen, dass die Kathodenstrahlen eine elektrische Ladung besitzen. Aus der magnetischen Ablenkbarkeit folgt ausserdem, dass die Kathodenstrahlen eine Geschwindigkeit besitzen; denn nur, wenn eine elektrische Ladung Geschwindigkeit besitzt, ist sie magnetisch ablenkbar.

Man kann aber die elektrische Ladung und kinetische Energie der Kathodenstrahlen auch direkt durch das Experiment nachweisen. Lässt man nämlich Kathodenstrahlen durch eine Öffnung in einen isolierten Metallkäfig fallen, der zum Schutz gegen elektrische Kraftlinien von einem zweiten umgeben ist, so fliesst von dem Käfig zur Erde über ein eingeschaltetes Galvanometer eine negative elektrische Ladung ab. Und lässt man Kathodenstrahlen auf die Lötstelle eines Thermoelementes fallen, so zeigt dieses eine beträchtliche Zunahme der Temperatur an; es wird nämlich an der Auftreffstelle kinetische Energie der Kathodenstrahlen in Wärmeenergie verwandelt.

Nun erheben sich zwei wichtige Fragen. Wie gross ist elektrische Ladung, wie gross ist die Masse oder der Beschleunigungskoëffizient des einzelnen Kathodenstrahles oder des einzelnen negativen Elektrons?

Gemäss unserer übrigen Erfahrung über die Konstanz des Elementarquantums ist theoretisch zu erwarten, dass die Ladung des negativen Elektronjons ein Ein- oder Mehrfaches des Elementarquantums sei. Der messende Versuch hat ergeben, dass sie gleich dem Elementarquantum ist. Ein negatives Elektronjon besitzt also der Grösse nach die gleiche elektrische Ladung, wie ein positives Wasserstoffjon in einem Elektrolyten.

Digitized by Google

Kennt man die Ladung e und ausserdem ihr Verhältnis zur Masse m, so kann man aus e und $\frac{e}{m}$ den Beschleunigungskoëffizienten oder die Masse m des Kathodenstrahlteilchens berechnen. Zur Bestimmung des Verhältnisses $\frac{e}{m}$ bietet die experimentelle Untersuchung der Kathodenstrahlen verschiedene Methoden. Es ist in einer Reihe von Gleichungen enthalten, so in der Gleichung, welche aussagt, dass die kinetische Energie des Kathodenstrahles gleich der frei durchlaufenen Spannungsdifferenz ist $\frac{1}{2} m \cdot v^2 = e \cdot \triangle V$. In der Gleichung für die elektrische Ablenkung $a_e = \frac{l_h^2 \cdot E}{2 \cdot v_h^2} \cdot \frac{e}{m}$, ferner in der Formel für die magnetische Ablenkung $a_m = \frac{l_h^2 \cdot M}{2 v_h} \cdot \frac{e}{m}$ kommt es ebenfalls vor, endlich in der Formel, welche die an einem Kathodenstrahlbündel sitzende Ladung J und die von ihm erzeugte Wärmemenge W verknüpft, nämlich $W = \frac{1}{2} J \cdot v^2 \cdot \frac{m}{e}$.

In den vorstehenden Gleichungen lassen sich direkt experimentell alle Grössen mit Ausnahme von $\frac{e}{m}$ und v bestimmen. Indem man darum zwei passende Gleichungen zusammenfasst, kann man diese beiden Grössen bestimmen. Man kann die Messung der frei durchlaufenen Spannungsdifferenz und die magnetische Ablenkung oder die elektrische und die magnetische Ablenkung oder die frei durchlaufene Spannungsdifferenz und die Wärmewirkung kombinieren. Nach diesen verschiedenen Methoden sind nun zahlreiche Bestimmungen von $\frac{e}{m}$ und v ausgeführt worden. Es ergab sich, dass $\frac{e}{m}$ für Geschwindigkeiten kleiner als $\frac{1}{3}$ Lichtgeschwindigkeit konstant gleich $1{,}86 \cdot 10^7$ in elektromagnetischem Mass ist. Wenn jedoch v der Lichtgeschwindigkeit sich nähert, so ist $\frac{e}{m}$ nicht mehr konstant, sondern wird rasch kleiner.

Für das elektrolytische positiv geladene Wasserstoffatom ist $\frac{e}{m} = 9{,}5 \cdot 10^3$. Da dieses und das negative Elektron der Grösse nach die gleiche elektrische Ladung besitzen, so ist der Beschleunigungskoëffizient oder die Masse des freien negativen Elektrons nahezu 2000 mal kleiner als die Masse des chemischen Wasserstoffatoms. Dieses Resultat hat solange etwas Beunruhigendes an sich und ist solange von prinzipieller Bedeutung, als man der Masse in der Physik die erste Rolle einräumt, als man in ihr kritiklos den unwandelbaren Träger aller physikalischer Erscheinungen sieht.

Sowie man aber in der Masse lediglich einen Beschleunigungskoëffizienten sieht, verliert jenes Resultat seine Fremdartigkeit und kann unter diesem Gesichtspunkt physikalisch fruchtbar gemacht werden. Zunächst wird man sich vor der schematischen Folgerung hüten, dass ein Elektron innerhalb eines Wasserstoffatoms auch den tausendsten Teil

Digitized by Google

von dessen Masse darstellt; wie die Masse eines chemischen Atoms von der Zahl und Verteilung seiner positiven und negativen Elektronen abhängt, wissen wir ja nicht. Ferner wird die Tatsache verständlich, dass $\frac{e}{m}$ bei Annäherung an die Lichtgeschwindigkeit sich ändert. Diese Änderung hat in einer Veränderlichkeit der Masse m des negativen Elektrons seinen Grund; diese ist aber nicht eine primäre unveränderliche Konstante, sondern variiert mit der Verteilung der elektrischen Kraftlinien am Elektron. Da bei Annäherung der Geschwindigkeit des Elektrons an diejenige des Lichtes das Kraftfeld um das Elektron sich ändert, so ändert sich auch die Masse.

Die Geschwindigkeit v der Kathodenstrahlen ist natürlich von Fall zu Fall verschieden gross, je nach der Energiedifferenz, welche sie frei durchliefen. Man hat schon Kathodenstrahlen untersucht, deren Geschwindigkeit kleiner als $1 \cdot 10^8$ cm $\cdot$ sec^{-1} ist. Von dieser Geschwindigkeit aufwärts lassen sich alle möglichen Geschwindigkeiten bis zu $1 \cdot 10^{10}$ cm $\cdot$ sec^{-1}, also ein Drittel Lichtgeschwindigkeit herstellen. Und aus gewissen radioaktiven Substanzen kommen Strahlen, deren Geschwindigkeit $2{,}8 \cdot 10^{10}$ cm $\cdot$ sec^{-1} ist.

Die Geschwindigkeit eines Projektiles übersteigt wenig $5 \cdot 10^4$ cm $\cdot$ sec^{-1}, bei Zimmertemperatur beträgt die theoretische Geschwindigkeit eines Wasserstoffmoleküls $1{,}8 \cdot 10^5$ cm $\cdot$ sec^{-1}, bei Lichtbogentemperatur (etwa 3000°) $3{,}3 \cdot 10^5$ cm $\cdot$ sec^{-1}. Der Grund, warum die Geschwindigkeit der negativen Elektronjonen so gross werden kann, ist ein zweifacher. Erstens ist der Beschleunigungskoëffizient des Elektrons ein viel kleinerer als derjenige der Moleküle, zweitens kann man das negative Elektronjon grosse Spannungsdifferenzen frei durchlaufen lassen.

§ 8. Erzeugung der Kathodenstrahlen. — Ein Kathodenstrahl ist ein freies negatives Elektron, das Geschwindigkeit besitzt. Kathodenstrahlen erzeugen heisst also, freie negative Elektronen schaffen und ihnen Geschwindigkeit erteilen.

Es gibt verschiedene physikalische Erscheinungen, welche uns die Annahme nahe legen, dass in den Metallen freie negative Elektronen zwischen den Metallatomen hin- und herfliegen; der metallische Zustand ist eben durch die Gegenwart negativer Elektronjonen charakterisiert. Nun können diese freien negativen Elektronen unter den gewöhnlichen Umständen nicht aus den Metallen entweichen, sie werden an der Oberfläche durch eine Kraft festgehalten, wenn sie aus dem Metall in den angrenzenden Gasraum übertreten wollen; ähnlich kann auch eine Kanonenkugel nicht von der Erde weg in den Himmelsraum hineingeschossen werden, da sie von der Schwerkraft in der Erdnähe festgehalten wird.

Digitized by Google

Nun stehen uns bis jetzt zwei Mittel zur Verfügung, negative Elektronjonen aus Metalloberflächen in den angrenzenden Gasraum herauszutreiben. Wir können erstens die Temperatur des Metalles und damit die Geschwindigkeit seiner negativen Elektronjonen steigern; diese vermögen dann zum Teil den Bereich der sie an der Oberfläche haltenden Kraft zu durchfliegen und in den Gasraum überzutreten. Zweitens können wir auf die Metallfläche violettes Licht fallen lassen, die kurzen Lichtwellen erteilen dann den negativen Elektronen so grosse Impulse, dass sie aus dem Metall herauszufliegen vermögen. Weissglühende Körper und (ultraviolett) bestrahlte Metallflächen senden also Kathodenstrahlen aus. Da Röntgenstrahlen, wie weiter unten dargelegt wird, Lichtstrahlen von sehr kleiner Wellenlänge sind, so ist zu verstehen, dass auch sie Metallflächen, auf welche sie fallen, zur Aussendung von Kathodenstrahlen veranlassen.

Die von glühenden Körpern und bestrahlten Metallflächen ausgesandten Kathodenstrahlen besitzen bei ihrem Übertritt in den Gasraum nur eine kleine Geschwindigkeit. Man kann ihnen aber dann hier eine beliebig grosse Geschwindigkeit erteilen, indem man sie entsprechende Spannungsdifferenzen frei durchlaufen lässt. Hierzu kann man zwei Mittel anwenden. Man kann erstens den Abfall der elektrischen Spannung gross machen, indem man den Körper, der Kathodenstrahlen aussendet, zur Kathode macht und zwischen ihm und seiner Umgebung im Gas eine grosse Spannungsdifferenz herstellt. Zweitens kann man die freie Weglänge der Jonen im Gase dadurch gross machen, dass man das Gas verdünnt, also die mittleren Abstände zwischen den Molekülen gross macht.

Statt wie in oben beschriebenen Methoden die negativen Elektronen aus einem festen Körper durch Erhitzung oder Bestrahlung in den angrenzenden Gasraum überzuführen, kann man sie in dem Gase selbst aus neutralen Atomen durch Jonisierung frei machen und ihnen dann durch ein elektrisches Feld grosse Geschwindigkeiten erteilen. So kann man zur Jonisierung eines Gases den Stoss schneller positiver und negativer Jonen benützen.

Kathodenstrahlen oder negative Elelektronjonen, deren Geschwindigkeit gemessen in Volt ungefähr über 30 Volt liegt, besitzen nämlich die Eigenschaft, durch ihren Stoss aus neutralen Gasmolekülen negative Elektronen frei zu machen, also im Gas (sekundäre) Kathodenstrahlen zu erzeugen. Die gleiche Fähigkeit besitzen positive Jonen, deren Geschwindigkeit ungefähr über 300 Volt liegt. Diese von primären positiven oder negativen Strahlen erzeugten sekundären Strahlen besitzen schon dank dem Stoss des erzeugenden Jons eine gewisse Geschwindigkeit; diese kann dann wieder beliebig vergrössert werden, indem man auf die sekundären

Digitized by Google

Strahlen ein entsprechendes starkes elektrisches Feld wirken lässt. Hierauf beruht der Mechanismus, durch welchen in Vakuum-, speziell in Röntgenröhren die schnellen Kathodenstrahlen erzeugt werden.

Es seien durch irgend welche sekundäre Umstände in der Nähe der Kathode einige positive Jonen vorhanden. Diese werden, sowie eine Spannungsdifferenz um die Elektroden der Vakuumröhre gelegt wird, von der elektrischen Kraft nach der Kathode zu in Bewegung gesetzt, können infolge der grossen Gasverdünnung grosse Spannungsdifferenzen frei durchlaufen und erlangen so eine grosse Geschwindigkeit, dass sie in der Nähe der Kathode das Gas durch ihren Stoss zu jonisieren vermögen. Die dadurch frei gemachten negativen Elektronen oder langsamen Kathodenstrahlen werden aber dann von der elektrischen Kraft erfasst und von der Kathode fortgetrieben, durchlaufen zunächst grosse Spannungsdifferenzen frei, treffen dann aber auf neutrale Gasmoleküle und jonisieren diese ebenfalls durch ihren Stoss. Es werden somit in einigem Abstande von der Kathode durch die von dieser kommenden negativen Strahlen positive und negative Jonen erzeugt; die neuen positiven Jonen werden ebenfalls zum Teil sofort wieder von der elektrischen Kraft nach der Kathode gejagt und das Spiel wiederholt sich. Indem sich so die Jonisierung an der Kathode durch die positiven Jonen und die Jonisierung in einigem Abstand davon durch die negativen Jonen gegenseitig in die Hände arbeiten, wie zwei Ballspieler gegenseitig die Bälle wieder zurückwerfen, kann eine intensive Kathodenstrahlung solange von der Kathode ausgehen, als eine genügend grosse elektrische Spannungsdifferenz zwischen den Elektroden aufrecht erhalten wird, als die Muskelkraft der Ballspieler arbeitet.

In den oben beschriebenen Methoden ist die Erzeugung von Kathodenstrahlen in des Menschen Hand gegeben. Es gibt indes einen spontan unabhängig von menschlicher Willkür verlaufenden Vorgang in der Natur, in dem Kathodenstrahlen erzeugt werden und zwar Kathodenstrahlen von einer so grossen Geschwindigkeit, wie sie in Vakuumröhren bis jetzt noch nicht künstlich gewonnen werden konnte. Es geschieht dies bei der Radioaktivität.

Die chemischen Atome konnte man bis in die letzten Jahre noch nicht physikalisch weiter teilen. Die Jonisierung, die Lostrennung negativer Elektronen von einem neutralen Atom ist ein erster Schritt zur Auflösung eines chemischen Atoms in seine elementaren Bestandteile. Einige Atomarten, nämlich Uran, Thor und Radium, zeigen nun die Eigenschaft, dass sie sehr langsam von selbst zerfallen und in andere Atomarten sich verwandeln. So entstehen aus Radiumatomen durch schritt-

Digitized by Google

weise Verwandlung Heliumatome. Dies hat die experimentelle Forschung nachgewiesen.

Bei diesem Zerfall chemischer Atome werden nun riesige Energiemengen entbunden, ein zerfallendes Atom stellt ein Explosionszentrum dar, dessen Teilchen ungeheuer grosse Geschwindigkeit annehmen. Es ist darum nicht zu verwundern, wenn ein explodierendes Atom Bruchteile von sich, beispielsweise negative Elektronen von grosser Geschwindigkeit ausschleudert. Die Radioaktivität, die spontane Aussendung positiver und negativer elektrischer Strahlen ist somit als energetische Begleiterscheinung einer Umwandlung chemischer Atome aufzufassen. Die radioaktiven Elemente Thor, Uran und Radium senden spontan Kathodenstrahlen von sehr grosser Geschwindigkeit aus.

§ 9. Zerstreuung der Kathodenstrahlen. — Solange die Kathodenstrahlen im kräftefreien reinen Äther sich bewegen, behalten sie die Grösse und Richtung ihrer Geschwindigkeit unverändert bei. Dies ist dagegen nicht mehr der Fall, wenn sie auf ihrem Wege in die Nähe von Körpermolekülen kommen oder direkt auf sie stossen. Es treten dann zwischen diesen und den Kathodenstrahlteilchen Kräfte in Aktion, welche die Kathodenstrahlen von ihrer Bahn nach allen möglichen Richtungen ablenken. Gleichzeitig geben die Kathodenstrahlen an die Körpermoleküle kinetische Energie ab, ihre Geschwindigkeit wird kleiner, ähnlich wie die Geschwindigkeit einer Gewehrkugel kleiner wird, wenn sie in eine Sandmasse einschlägt.

Die Ablenkung der Kathodenstrahlen durch Körpermoleküle und die damit verbundene Geschwindigkeitseinbusse heisst Zerstreuung der Kathodenstrahlen. Ein Bündel paralleler Kathodenstrahlen wird diffus, breitet sich nach allen Seiten aus, wenn es in einen dichten Körper eindringt. Da der Durchmesser eines negativen Elektrons nur ein sehr kleiner Bruchteil eines chemischen Atoms sein kann, so ist er auch sehr klein, verglichen mit den Zwischenräumen, die wir zwischen den Molekülen eines Körpers anzunehmen haben. Vergleichen wir die Moleküle eines Körpers mit den einzelnen Individuen eines Vogelschwarmes, diesen selbst mit dem Körper, so können wir die Kathodenstrahlen, die in einen Körper eindringen, mit feinen Schrotkörnern vergleichen, die nach dem Vogelschwarm geschossen werden. Ist der Vogelschwarm nicht zu dicht, so kann durch ihn ein grosser Teil der Schrotkörner fliegen, ohne zu treffen, und ohne Geschwindigkeitseinbusse. Analog kann es uns nicht wundernehmen, wenn ein Teil der in einen Körper eindringenden winzig kleinen Kathodenstrahlteilchen dünne Schichten des Körpers zu durchdringen vermag. Dies ist in der Tat der Fall; so kann man die Kathodenstrahlen

Digitized by Google

aus einer Vakuumröhre durch ein dünnes Fenster aus Aluminium austreten lassen.

Je dichter die Moleküle der Körper gelagert sind, desto stärker werden die Kathodenstrahlen in ihnen zerstreut, desto weniger dicke Schichten vermögen sie zu durchdringen. So werden sie in Gasen um so weniger zerstreut, als die Gasdichte erniedrigt wird; in Platin können sie auf viel kürzerer Strecke vorwärts dringen als in dem weniger dichten Aluminium.

Ausserdem werden die Kathodenstrahlen um so weniger zerstreut, je grösser ihre Geschwindigkeit ist, ähnlich wie auch die Durchschlagskraft eines Projektiles mit seiner Geschwindigkeit wächst. Langsame Kathodenstrahlen, deren Geschwindigkeit kleiner als 10 Volt ist, kommen leicht an Gasmolekülen zum Stillstand, ihre negativen Elektronen binden dann mehrere neutrale Gasmoleküle an sich und bilden so die oben erwähnten grossmassigen Moljonen.

II. Röntgenstrahlen.

§ 10. Die Wellenbewegung in einem Medium. — Wir nehmen ein längeres elastisches Seil und legen es auf eine glatte Ebene; die Reibung zwischen dem Seil und dem ebenen Boden sei gering. Das Seil sei zunächst gestreckt; wir lassen das eine Ende auf dem Boden frei liegen, das andere fassen wir mit der Hand und führen es senkrecht zur Seilrichtung einmal schnell zur Seite und dann ebenso schnell wieder in die alte Lage zurück. Wir beobachten dann, dass die seitliche oder transversale Bewegung des Seilendes zunächst auf die nahen, dann auf die entfernteren übrigen Teile des Seiles sich überträgt; ein jeder Punkt des Seiles ahmt in zeitlich gleicher Folge die Bewegungen des Seilendes nach. Darum sind in einem bestimmten Moment an aufeinanderfolgenden Punkten des Seiles gleichzeitig alle nach einander von der Hand bewirkten Ausschläge oder „Amplituden“ unseres Seilendes zu sehen; wir nehmen an den bewegten Punkten eine Welle wahr, einen Berg und ein Tal. Im nächsten Moment sind aber die Ausschläge der Punkte wieder andere, die Lage der Welle hat sich also verschoben; die Welle hat sich längs des Seiles fortgepflanzt.

In der Wellenbewegung des Seiles ist kinetische Energie enthalten. Ist die Masse des Seiles im Punkte 1 gleich m_i, deren Geschwindigkeit zur Zeit t gleich v_i, so erhalten wir die kinetische Energie unserer einzigen Seilwelle, indem wir die kinetische Energie in allen Punkten der Welle addieren, also die Summe $\Sigma \frac{1}{2} m_i v_i^2$ bilden. Diese kinetische Energie der Seilwelle bleibt nicht an einer und derselben Stelle des Seiles haften, sondern schreitet mit der Welle, mit der dieser eigenen

Digitized by Google

Geschwindigkeit längs des Seiles vorwärts. In der Seilrichtung, also in der Fortpflanzungsrichtung der Seilwelle strömt kinetische Energie. Die in Wellenform längs des Seiles sich fortpflanzende Energie entstammt der von unserer Hand geleisteten Arbeit.

Unter Wellenlänge λ verstehen wir den Abstand zweier aufeinanderfolgender Punkte, welche in Richtung und Grösse momentan die gleiche Bewegung ausführen, also zusammen die Länge eines Wellenberges und Tales. Unter der Periode T der Wellenbewegung verstehen wir die Zeit, die vergeht, bis ein Punkt des Seiles in der Welle sämtliche möglichen Ausschläge durchlaufen hat, bis er also alle Bewegungen unseres Seilendes nachgeahmt hat, das wir ein einziges Mal hin- und hergeführt haben. Die Periode der sich fortpflanzenden Wellenbewegung ist also identisch mit der Periode der erregenden Bewegung. Während dieser Zeit T pflanzt sich die Bewegung gerade um die Wellenlänge λ fort. In der Zeiteinheit pflanzt sich darum die Welle um die Strecke $c = \frac{\lambda}{T} \cdot 1 = \frac{\lambda}{T}$ fort. Der von der Welle in der Zeiteinheit zurückgelegte Weg c heisst die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellenbewegung.

Wir haben in unserem Versuch das Seilende transversal nur einmal hin und her bewegt, wir haben darum auf dem Seile nur eine einzige Welle erhalten. Wenn wir nun das Seilende mehrmals hintereinander gleichmässig im Takt mit der Periode T seitlich hin und her bewegen, so erhalten wir eine ganze Reihenfolge gleich langer hintereinander herlaufender Wellen.

Bis jetzt haben wir an unsere Hand nur ein einziges Seil gelegt und dessen Ende transversal bewegt. Nun aber wollen wir an unsere Hand nach allen Richtungen im Raum Seile gelegt denken, der ganze Raum sei also durch Seile mit unserer Hand verknüpft. Es ist dann der Raum mit einem Medium, der Seilsubstanz, erfüllt und unsere Hand stellt in diesem kontinuierlichen Medium eine ausgezeichnete Stelle dar, eine Singularität. Bewegen oder drehen wir unsere Hand hin und her, so gehen von ihr Wellen aus rings herum in das den Raum erfüllende Seilmedium. Es strömt von unserer Hand weg kinetische Energie in Wellenform in das umgebende Medium hinein mit einer dem Medium eigentümlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit c. Die Periode der Wellenbewegung wird von dem Takt oder der Periode T der Bewegung unserer Hand angegeben, die Wellenlänge λ ist gleich $c \cdot T$.

Wir haben bis jetzt in unserem Seilmedium nur eine einzige singuläre Stelle, eine Hand angenommen, an welche das umgebende kontinuierliche Medium geknüpft ist. Nun wollen wir eine zweite derartige

Digitized by Google

singuläre Stelle annehmen. Die zweite sei zunächst in Ruhe, die erste Hand wollen wir aber hin und her bewegen, wir wollen also von ihr eine Wellenbewegung ausgehen lassen. Ein Teil von dieser bewegt sich dann auch in der Richtung nach der zweiten Hand hin; die Seile, längs deren sie sich fortpflanzt, bewegen sich transversal hin und her. Und erreicht diese transversale Bewegung die Seilenden der zweiten Hand, so wird diese von ihr ebenfalls mit in Bewegung gesetzt, sie gewinnt aus der Wellenbewegung kinetische Energie, ein Teil der Energie der einfallenden Wellenenergie bleibt an der zweiten Hand haften oder wird, wie wir uns ausdrücken wollen, von ihr absorbiert. Die singulären Stellen in unserem Seilmedium sind also nicht bloss die Aussender, sondern auch die Empfänger und Absorber der Wellen; dadurch, dass die singulären Stellen mit dem umgebenden kontinuierlichen Medium verknüpft sind, vermögen sie sich durch Ausstrahlung von Wellen gegenseitig Signale zuzusenden und auf einander Energie zu übertragen.

§ 11. Die elektromagnetische Strahlung, Wesen des Lichtes. Wie oben bereits dargelegt wurde, erfüllt der Äther als kontinuierliches Medium den Raum. In ihn sind singuläre Stellen eingebettet, nämlich positive und negative Elementarquanta oder Elektronen. Diese Elektronen sind, wie oben die Hand mit dem umgebenden Seilmedium, ebenfalls verknüpft mit dem umgebenden Äther; ein jedes Elektron ist ja umgeben von einem in die Ferne reichenden Felde elektrischer und magnetischer Kraft. Führt darum das Elektron eine hin und hergehende Bewegung aus, so ahmt die magnetische und elektrische Kraft des umgebenden Feldes diese Bewegung von Punkt zu Punkt im Raume nach; es entsteht eine räumlich sich ausbreitende Wellenbewegung magnetischer und elektrischer Kraft. Diese beiden stehen wie bei unseren Seilwellen senkrecht auf der Fortpflanzungsrichtung; diese oder der Strahl der elektromagnetischen Welle ist die Strömungslinie von Energie, in diesem Falle von elektromagnetischer Energie.

Bei der Entstehung der Seilwellen aus der Bewegung der Hand findet solange Übertragung der Bewegung der Hand in das umgebende Medium statt, als die Geschwindigkeit der Hand sich ändert, grösser oder kleiner wird. Die Geschwindigkeitsänderung in der Zeiteinheit nennen wir Beschleunigung. Ausstrahlung von Seilwellen hat also mit andern Worten nur bei Beschleunigung der erregenden Hand statt; gleichmässige, unbeschleunigte Bewegung hat keine Wellenbewegung zur Folge. Analog kommt eine elektromagnetische Ausstrahlung am Elektron nur dann zustande, wenn die Geschwindigkeit des Elektrons sich ändert, wenn das Elektron eine Beschleunigung erfährt. Die ausgestrahlte Energie wird

Digitized by Google

dabei auf Kosten der kinetischen Energie des Elektrons gewonnen; der Verlust an kinetischer Energie ist gleich der ausgestrahlten elektromagnetischen Energie.

Wie eine Hand in einem Seilmedium einer zweiten Hand, die mit demselben Seilmedium verknüpft ist, mittels ausgestrahlter Seilwellen Signale zuschicken kann, so senden sich auch die Elektronen durch Vermittlung des sie einschliessenden Äthers elektromagnetische Wellensignale zu. Kommt eine elektrische Welle bei ihrer Ausbreitung an ein Elektron, so gerät dieses in ein schwingendes Feld elektrischer und magnetischer Kraft, und es wird von diesen Kräften in Bewegung gesetzt, gleichwie ein Kathodenstrahlteilchen in einem stationären elektromagnetischen Kraftfeld. Das Elektron gewinnt so durch die einfallenden Wellen Geschwindigkeit und kinetische Energie auf Kosten der elektromagnetischen Wellenenergie. Wir haben bei dieser Absorption oder bei der Einstrahlung von elektromagnetischen Wellen die umgekehrte Richtung der Transformation von kinetischer Elektronenenergie in elektronmagnetische Wellenenergie.

Die Periode T der elektromagnetischen Welle ist gleich der Periode des ausstrahlenden Elektrons. Ist c die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in unserem neuen Medium, dem Äther, so ist wieder die Wellenlänge $\lambda = c \cdot T$.

(Fortsetzung folgt.)

B. Literatur-Bericht.

Sammelreferat.

Elektrokinesis.

Von **H. Kurella.**

(Schluss.)

Die hier anzuführende Arbeit von C. Radzikowski, dem bekannten Schüler von A. Herzen, über den Einfluss des elektrischen Feldes auf die isolierten Froschnerven ist 1899 in der Travaux de Laboratoire des Solvay-Instituts in Brüssel veröffentlicht worden (Bd. III, H. 1, p. 1—32 f.).

Die Versuchsanordnung von Radzikowski unterscheidet sich nicht wesentlich von der, die man aus den Arbeiten von Danilewskij kennen lernt; R. geht aber von der Beobachtung aus, dass ein unversehrtes Tier in ein äusserst starkes elektrisches Feld gebracht werden kann, auch ein oszillierendes Feld, ohne dass man Zeichen einer motorischen oder sensiblen Reizung merkt, während doch ein Nervenmuskelpräparat vom Frosch auf sehr geringe Potentialschwankungen reagiert, wenn dieselben brüsk vor sich gehen. Um die Ursachen dieses abweichenden Verhaltens des isolierten und des im

Digitized by Google

intakten Körper aufgehobenen Nerven zu finden, hat R. nun das Verhalten des Nervenmuskelpräparats im Felde des Ruhmkorff-Induktoriums untersucht; er verwendete dabei ein kleines, von zwei grossen Leclanché-Elementen angetriebenes, 12 cm langes Induktorium, dessen sekundärer Kreis mit einem Funkenmikrometer geschlossen oder in Funkenspiel versetzt werden konnte; waren die Spitzen des Mikrometers aneinander gelegt, so blieb das Nerv-Muskelpräparat im Felde dieser Leitung bei jeder Lage ruhig; spielte ein Funke, so geriet das Präparat sofort in Tetanus. Bei kurzer Funkenstrecke hing das Eintreten des Tetanus von der Lage des Präparats zur Richtung der Kraftlinien ab; der stärkste Effekt fand statt, wenn das Präparat bei dem Verbindungsdraht näher liegender Nerven senkrecht zum Leitungsdrahte lag.

Die Versuche R.s nähern sich denen von Danilewskij, wenn R. die Funkenstrecke soweit auseinander schraubt, dass das Funkenspiel unterbleibt; das Feld erreichte dann die stärkste erregende Wirkung; diese trat aber nur ein, wenn das Präparat demjenigen Drahte genähert wurde, dessen Endklemme mit dem äusseren Ende des Rühmkorff verbunden war; der Pol, der zu dem im Innern der Spule liegenden Ende der Drahtwindungen führte, blieb wirkungslos. R. erwähnt nur kurz, dass, wenn ein Pol zur Erde abgeleitet wurde, der andere stets aktiv wurde; ferner, dass der Ersatz der Funkenstrecke durch einen Nichtleiter — ein mit Vaselin gefüttertes U-Rohr, eine Geissler- oder Röntgenröhre — das die Leitungsdrähte umgebende Feld stets wirksam machte.

Wurde die Funkenstrecke nicht mit einem Rühmkorff, sondern mit den Polen einer Influenzmaschine verbunden und zu beiden Seiten der Funkenstrecke ein Nervenmuskelpräparat aufgestellt, so zuckte dieses bei jeder Entladung und geriet bei häufigen Entladungen in Tetanus.

Wurde die Entladung des Rühmkorff durch eine Kreiswindung eines Drahts geschickt, so erwies sich diese Windung wirksamer, als ein gerader Draht. Am stärksten war im letzteren Falle die Wirkung, wenn das Präparat in der Axe der Windung stand. Wurde der wirksame Pol des Ruhmkorffs zugleich mit beiden Enden einer Spule verbunden, so enthielt das Innere der letzteren ein sehr starkes Feld, und es traten, wenn der Nerv axial in die Spule geführt wurde, der stärkste Tetanus auf.

Alle Erscheinungen traten nur am vollkommen freipräparierten Nervenmuskelpräparate auf und fehlten, wenn der Nerv in der Längsrichtung mit einem besseren Leiter in Berührung kam, als er selbst ist, z. B. mit einem Stück Froschhaut.

R. schliesst daraus, dass der Nerv durch seine Lage mitten zwischen Geweben, die besser leiten als er selbst, geschützt ist gegen induktive Erregung durch Potentialschwankungen des elektrischen Feldes, in dem sich der Organismus befindet.

R. untersucht dann, welches die Ursache der von ihm beobachteten Zuckungen ist, ob 1. das elektrische Feld im Nerven einen Induktionsstrom hervorruft, der dann den Nerven erregt, oder ob 2. das Feld direkt auf das Protoplasma des Nerven einwirkt und eine molekulare Erschütterung hervorruft, die sich bis zum Muskel fortsetzt.

Er kommt in einer Reihe weiterer interessanter Versuche dazu, eine Induktions-Wirkung auf den Nerven anzunehmen. In einer weiteren, in dem-

Digitized by Google

selben Hefte der genannten Publikation enthaltenen Arbeit über die „elektrische Immunität der Nerven“ untersuchte er nun, warum unter sonst gleichen Bedingungen keine Muskelzuckungen oder überhaupt Nerven-Erregungen im unversehrten Körper vorkommen, warum unter diesen Umständen eine „immunité des nerfs“ existiert. Er beantwortet die Frage dahin, dass im unversehrten Körper die übrigen Teile — ausser den durch den grössten Widerstand ausgezeichneten Nervenfasern — einen besser leitenden Nebenschluss zum Nerven bilden. „On peut dire, que le nerf est shunté à l'intérieur de l'organisme; . . . un faible courant appliqué sur le tronc nerveux provoque une contraction musculaire; appliqué au muscle, il ne donne rien. Le fait ne prouve pas nécessairement que le tronc nerveux est plus excitable que les branches intramusculaires. Ont peut supposer simplement que les branches intramusculaires du nerf sont immunisées contre l'action du courant. Nous n'avons pas de contraction, parce que nous n'avons pas irrité les nerfs intramusculaires, et nous ne les avons pas irrités, parce que le courant a passé par les tissus qui lui ont offert moins de résistance, et ce sont justement les tissus qui entourent les nerfs.“

B. nennt nun noch einen weiteren Grund, und er knüpft hier an die Behauptung d'Arsonvals über die Gründe der Nicht-Erregung der Nerven durch Tesla-Ströme an. Er fragt, ob die Erregung ausbleibt, weil die Oscillationsfrequenz dieser Ströme zu gross ist, oder nur darum, weil diese Ströme gar nicht bis zum Nerven gelangen. Er beruft sich nun darauf, dass nach den Untersuchungen von J. J. Thomsen sehr frequente Wechselströme in Metalle und in Elektrolyte in sehr verschiedene Tiefen eindringen, je nach der Zusammensetzung dieser Leiter; daraus erkläre sich, warum die Hochfrequenz-Ströme weder auf die Motilität noch auf die Sensibilität intakt gelassener Tiere wirkten: wahrscheinlich, weil sie nicht tief genug eindringen, um bis zu den Nervenstämmen zu gelangen. Weniger frequente Ströme drängen tiefer ein und gelangten zu den intramuskulären Nervenverzweigungen.

B. hat sich den Gedankengang, den ich hier wiedergebe, ziemlich leicht gemacht, indem er nur im allgemeinen aus dem Thomsonschen Wechselstromgesetze seine Schlüsse zieht, ohne in eine rechnerische Prüfung einzutreten.

Wir können diese Lücke ergänzen und dabei zugleich die Anschauung B.s berichtigen mit Hilfe der durch musterhafte physikalische und mathematische Korrektheit ausgezeichneten Untersuchung Einthovens über: Nervenreizung durch frequente Wechselströme (Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. 82, S. 101—133), wo es S. 130 f. heisst: „Nach J. J. Thomson ist der Widerstand eines soliden Drahtes für Wechselströme ebenso gross, wie der Widerstand einer Röhre für den konstanten Strom, wenn die Röhre von derselben Substanz wie der Draht angefertigt ist, die äussere Peripherie der Röhre mit der äusseren Peripherie des Drahtes zusammenfällt, und die Dicke der Röhrenwand $= \frac{1}{n^1 \sqrt{2}}$ ist, wobei $n^1 = 2\pi \sqrt{\frac{n\mu}{\sigma}}$ in Zentimetern ausgedrückt ist, und n die Periodenzahl pro Sekunde bedeutet. μ stellt die magnetische Permeabilität und σ den spezifischen Widerstand des Leiters in absoluten elektromagnetischen Einheiten vor.“

Digitized by Google

Wir setzen die Periodenzahl pro Sekunde auf Million, n ist also $= 10^6$. Für den Nerven ist $\mu = 1$ und der spezifische Widerstand ist ungefähr $2{,}5 \times 10^6$ und grösser als der des Quecksilbers. Dieser ist $9{,}4 \times 10^4 \frac{cm^2}{sec}$, also ergibt sich als spezifischer Widerstand des Nerven $\sigma = 2{,}35 \times 10^{11}$. Daraus ergibt sich aus der Formel für n^1,

$$n' = 0{,}01285$$

$$\text{und } \frac{1}{n' \sqrt{2}} = 55{,}1 \text{ cm.}$$

Mit anderen Worten würde sogar bei einem kolossalen Nerven von einem Meter Querdurchmesser ein Wechselstrom von 10^6 Schwingungen pro Sekunde in der Achse dieses Nerven dieselbe Dichtigkeit besitzen, wie in der Peripherie.

Danach müssen Tesla-Ströme durch Gehirn, Rückenmark und Nervenstämme eines unversehrten Tieres oder Menschen ebenso leicht strömen, wie in seiner Cutis.

Man sieht unschwer, wie die Untersuchungen von Danilewskij und Radzikowski, die mit Hertzschen Schwingungen unter etwas anderen Bedingungen, als die ursprünglichen Versuche von Hertz angestellt sind, unmittelbar zu den Problemen der Hochfrequenzströme, in der d'Arsonvalschen oder Teslaschen Anordnung hinführen.

Stéphane Leduc hat ähnliche Beobachtungen wie Radzikowski mit einer Versuchsanordnung gemacht, in der die Quelle der frequenten Oscillation nicht ein Induktorium war, sondern eine Influenzmaschine. Es liegen mir zwei Arbeiten von ihm darüber vor, von denen die eine schon in ihrem Titel auf den einen wesentlichen Umstand der Versuche hindeutet. Dieser Titel lautet: „Excitation électrique des nerfs sans électrode et sans conducteurs“[1]) (Separat-Abzug aus Jahrgang 1893 des Archives d'Électricité Médicale, herausgegeben von J. Bergonié.)

Leduc lässt zwischen den Konduktor-Kugeln einer Wimshurst-Maschine Funken überspringen, verbindet die äussere Belegung der einen Leydener Flasche mit der Erde — die inneren Belegungen sind mit den beiden Konduktoren verbunden — die andere äussere Belegung mit einem gut isolierten Kabel, das nun Sitz hochgespannter Wechselströme wird und das von einem oscillierenden elektrischen Felde umgeben ist. Steht ein Mensch in der Nähe dieses Kabels, so kann er, wenn er seinen Finger leicht in die Nähe eines Nerven eines anderen Menschen bringt, eine Muskelzuckung an dieser zweiten Person hervorrufen; ein Nervenmuskelpräparat vom Frosch gerät in einem und mehr Meter Entfernung von der Maschine in Zuckung, wenn man den Nerven mit einem metallischen Leiter berührt; dasselbe tritt am curarisierten Muskel ein, wenn man ihn auch in grösserer Entfernung von der Maschine mit einem metallischen Leiter berührt. Schliesslich teilt Leduc noch folgendes Experiment mit:

„Enfin l'expérience qui nous a causé le plus de surprise a été la contraction par induction à distance, à l'aide des courants développés eux-mêmes

[1]) Die andere Arbeit: Courants alternatifs de haute tension produits à l'aide de machines électrostatiques (Gazette médicale de Nantes 1893) ist 1893 in der Société de Biologie vorgelegt worden.

Digitized by Google

par induction dans le corps humain. L'observateur étant placé entre la maschine et la grenouille, s'il approche la main de l'animal comme pour le montrer de l'index, dès à une distance qui peut atteindre jusqu'à un mètre, les muscles entrent en contraction; si l'on approche et si l'on éloigne la main, tous ces mouvements sont inscrits sur le myographe par la patte galvanoscopique."

Die Versuche von Leduc, Radzikowski und Danilewskij erinnern an die bekannte Tatsache aus dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie, dass man den Kohärer sowohl durch eine Tesla-Anordnung, wie durch „Hertzsche Wellen", wie schliesslich durch die Funkenentladungen einer mit einer gewissen Kapazität behafteten Influenzmaschine zur Reaktion bringen kann.

Wenn auch eine Ableitung bestimmter Reizgesetze aus diesen Versuchen wohl noch nicht möglich ist, so stellen sie doch wichtige Vorarbeiten für eine künftige Theorie der Wirkung oscillierender Kraftfelder auf die irritable lebende Substanz dar, und verdienten deshalb ein längeres Referat.

Korrespondenz.

Zur Frage des Wesens der Wirkung der Elektrizität.

Herr Privatdozent Dr. Mann hat sich in voriger Nummer in einem an mich gerichteten Briefe in sehr interessanter Weise aus Anlass einer Besprechung seines elektrotherapeutischen Beitrages im „Handbuch der physikalischen Therapie" über das Wesen der Wirkung der Elektrizität ausgelassen.

Er wiederholt in seiner Zuschrift den Ausdruck seiner Anschauung, dass — abgesehen von rein physikalischen Wirkungen — auf dem Wege des Nervenreizes die meisten, wenn nicht alle elektrotherapeutischen Wirkungen vor sich gehen.

Ich muss gegen diese Auffassung zwei wichtige Bedenken äussern:

1. Ist der Muskel ein irritables Organ, auch ohne jede Mitwirkung von Nervensubstanz; er ist nicht etwa nur ein „Erfolgsorgan". Das muss man betonen, wenn Herr Dr. Mann auf S. 343, Absatz 3, sagt: „Die Elektrizität bildet ein Mittel, um nervöse Apparate in Erregung zu versetzen, und damit die spezifische Funktion ihre „Erfolgsorgane" in Erscheinung treten zu lassen. Auf die motorischen Nerven appliziert, lösst sie eine Muskelkontraktion aus."

Diese Aeusserung steigert den Eindruck der von mir in meiner Besprechung zitierten Stelle: „Das Wesen der Wirkung der Elektrizität ist zu charakterisieren als ein Nervenreiz", den Eindruck, als wollte Herr Dr. Mann u. a. die direkte Wirkung elektrischer Reize auf die Muskelsubstanz leugnen. Oder sollte er die Bedeutung der Elektrisierung des degenerierten Muskels ganz auf die Elektrodiagnostik beschränken und in der Elektrotherapie nicht gelten lassen wollen?

Ich möchte diese Frage auf Grund der übrigen elektrotherapeutischen Publikationen unseres Autors unbedingt verneinen, und darf es wohl hier als einen blossen lapsus calami bezeichnen, wenn der verehrte Autor die

Digitized by Google

meisten elektrotherapeutischen Wirkungen auf einen Nervenreiz zurückführt; er hat sicher sagen wollen: auf dem Wege über die irritabele lebendige Substanz dürften wohl die meisten therapeutischen Wirkungen der Elektrizität vor sich gehen. Dann aber reicht ja doch ihre Wirkung weit über das Gebiet der Innervation hinaus.

2. Unser verehrter Autor und Mitarbeiter meint nun in seiner Entgegnung, sein Hinweis an genanntem Orte auf die an andrer Stelle von ihm geschilderten, rein physikalischen Wirkungen der Elektrizität deutete hinreichend an, dass er die modernen Anschauungen über andere als nervös vermittelte Wirkungen der Elektrizität durchaus würdige.

Er möge mir verzeihen, wenn mich dieser sein Hinweis nicht befriedigt. Denn es heisst auf derselben Seite, der ich seine Definierung der elektrotherapeutischen Wirkungen überhaupt entnommen habe, weiter unten: „Allerdings ist auch behauptet worden, dass gewisse Elektrizitätsformen eine vom Nervensystem unabhängige direkte Einwirkung auf das Protoplasma der Zelle ausüben, und zwar in dem Sinne, dass sie die Oxydationsvorgänge in demselben steigern. Diese Einwirkung . . . . ist besonders dem neuerdings in die Therapie eingeführten Arsonvalschen Strome zugeschrieben worden.“

Man sieht, dass hier nicht nur im besonderen der Arsonvalisation, sondern von allen elektrischen Einwirkungen auf von Nervengewebe unabhängige protoplasmatische Gebilde in höchst skeptischer Weise geredet, und solchen Behauptungen entgegengehalten wird, Cohn und Loewy hätten diese Einwirkungen bei Nachprüfung nicht bestätigt.

Nun ist Cohn zwar ein elektrotherapeutischer Autor, und Verworn ist es nicht; ich möchte aber doch in der Frage der Reizbarkeit des Protoplasmas der Zelle den langjährigen Versuchen Verworns und seiner Schüler die grössere Autorität beimessen, und gerade in diesen (und Schencks, Ludloffs, Jensens, Loebs) Untersuchungen ein Antidot gegen die einseitig neurologische Betrachtung der Lebensreaktionen auf elektrische Einwirkungen sehen. Dass es heutzutage nicht mehr möglich ist, bei elektrischen Einwirkungen ihren physikalischen Effekt am Organismus von ihrem physiologischen Effekte zu trennen, weiss niemand besser als unser Autor, der auf S. 357 f. seiner Arbeit uns ja eingehender mit der elektrochemischen Theorie nervöser Reizvorgänge bekannt macht.

Ich muss bekennen, dass ich gegen Ende des Jahres 1900, wo die Mannsche Arbeit geschrieben wurde, im wesentlichen noch auf dem darin vertretenen Standpunkte stand. Es war mir aber interessant und wird unseren Lesern interessant sein, zu erfahren, dass unser Autor auch heute noch auf seinem damaligen Standpunkte steht, und die „reservierte Haltung“ der „deutschen Kliniker“ mit leicht ironischer Ablehnung einer Anerkennung der „gewaltig vorwärtsstrebenden Richtung“ der modernen Elektrotherapie billigt.

Mit Recht verweist er selbst auf die Fachpresse als auf das wesentlichste Mittel, hier einen Umschwung herbeizuführen. Ich hoffe, dass es den weiteren Bänden dieser Zeitschrift gelingen wird, die deutschen Kliniker — falls dieselben von ihrer Existenz Notiz nehmen wollen — aus ihrer allzu reservierten Position allmählich ins weite Gebiet modernster Elektrotherapie hinzuführen.

Breslau, im März 1904. H. Kurella.

Digitized by Google

Zeitschrift für Elektrotherapie
und die physikalischen Heilmethoden.

Band VI. 1904. Heft 5.

A. Abhandlungen.

I.

Die Wärmestrahlung, ihre Gesetze und ihre Wirkungen.

Von Dr. **Fritz Frankenhäuser.**

(Fortsetzung.)

30. Die spektrale Zerlegung der Wärmestrahlung.

Man kann mit Hilfe jedes gewöhnlichen Spektralapparates (39) die unsichtbaren Wärmestrahlen ebensowohl und nach denselben Gesetzen zu einem Spektrum zerstreuen, wie die sichtbaren. Und zwar kann man entweder mit Hilfe eines Prismas ein Brechungs- oder Dispersions-Spektrum, oder mit Hilfe eines Gitters ein Beugungs- oder Diffraktions-Spektrum herstellen. Es ist jedoch dabei zu beachten, dass Substanzen, welche für sichtbare Strahlen sehr durchsichtig sind, die längeren, unsichtbaren Wellen stark absorbieren können. Dies ist auch beim Glase der Fall, aus welchem die Prismen und Linsen der gewöhnlichen Spektroskope gebildet sind; man kann daher bei letzteren nie sicher sein, ob das erzielte Spektrum wirklich der Strahlungsquelle eigentümlich, oder durch die Absorption des Glases verändert ist.

Das Beugungsgitter bietet den Vorteil gegenüber dem Glasprisma, dass es diesen Übelstand vermeiden kann. Mit Hilfe derselben hat Abney (40, 41) einen Spektralapparat hergestellt, in welchem die Strahlung nur durch Luft geht, aber sonst durch keine brechende Substanz modifiziert werden kann.

Doch kann man auch zur Spektralanalyse der Wärmestrahlung Prismen, Linsen und dergl. verwenden. Nur müssen dieselben nicht aus Glas, sondern aus Steinsalz hergestellt sein, welches eine so ausgezeichnete Diathermansie besitzt, dass es das Wärmespektrum nicht wesentlich verändert.

Mit Hilfe solcher Apparate erhält man also ein Spektrum, welches an Umfang und Bedeutung über das Spektrum der sichtbaren Strahlen

Digitized by Google

weit hinausgeht. Nimmt man damit das Spektrum eines weissglühenden Körpers auf, so bildet der sichtbare Teil derselben nur einen ganz kleinen Abschnitt; er umfasst nur die Wellenlängen von 0,000683—0,000330 mm Wellenlänge. Der gesamte Bereich des uns heute bekannten und nachweisbaren Wärmespektrums umfasst aber etwa die Wellenlängen von 0,06 bis 0,0001 mm.

Was aber die Bedeutung des Wärmespektrums gegenüber dem sichtbaren Spektrum noch erhöht, ist der Umstand, dass in der Regel nur glühend heisse Körper, also Körper, welche eine Temperatur von mehr als 525° C. haben, ein sichtbares Spektrum geben. Ein Wärmespektrum gibt aber jeder überhaupt existierende Körper, auch der kalte. Langley ist es gelungen, das Wärmespektrum von Körpern, deren Temperatur sich selbst unter dem Gefrierpunkte befand, aufzunehmen. (42.)

31. Die Sichtbarmachung des unsichtbaren Wärmespektrums.

Während das sichtbare Spektrum durch das Auge ohne weiteres wahrnehmbar ist und uns sogar die verschiedenen Eigenschaften seiner einzelnen Bezirke durch verschiedene Farbe und Helligkeit ganz unmittelbar zum Bewusstsein bringt, fehlt uns für das Wärmespektrum ein ähnlicher Sinn. Denn der Wärmesinn unserer Haut ist viel zu wenig fein, um uns auch nur annähernd ähnliche Dienste gegenüber der dunklen Wärmestrahlung zu leisten, wie das Auge gegenüber der sichtbaren Wärmestrahlung.

Wir sind daher zur Prüfung des Wärmespektrums auf Hilfsmittel angewiesen. Diese Vorrichtungen beruhen naturgemäss auf dem Prinzip, dass sie, in das Spektrum gebracht, Strahlen absorbieren und auf dieselben nun ihrerseits reagieren (s. o. Abs. 12 u. 13). Von der Stärke dieser Reaktion hängt es also ab, ob und wie stark uns das betreffende Instrument das Vorhandensein von dunkeler Strahlung im Wärmespektrum anzeigt.

Die Mehrzahl dieser Methoden benutzt die kalorische Wirkung der Strahlung, um das unsichtbare Spektrum sichtbar zu machen. Diesem Zwecke sind die verschiedenen Instrumente der Thermometrie der Strahlung (vergl. den vorhergehenden Absatz) angepasst worden. Das einfachste, aber auch unvollkommenste Verfahren ist das oben erwähnte zuerst von Herschel (38) angewendete. Er brachte ein Thermometer in die verschiedenen Farben des sichtbaren Spektrums und fand, dass die Temperatur derselben im violetten Teil am geringsten war und nach dem roten Ende des sichtbaren Spektrums immer mehr zunahm. Als er nun das Thermometer in die dunkle Gegend jenseits des roten Endes des sichtbaren Spektrums brachte, fand er, dass die Temperatur noch immer

Digitized by Google

zunahm, bis er in eine Entfernung vom roten Ende gekommen war, die etwa gleich dem Abstande dieser vom gelben ist. Bei weiterer Entfernung vom roten nahm die Wärmewirkung wieder rasch ab.

Bedeutend empfindlicher sind die Thermoelemente nach Nobili (43). Man gibt ihnen zur Untersuchung des Spektrums eine lineare Form und ist so imstande, die Wirkung jedes einzelnen schmalen Spektralbezirkes für sich auf das Thermoelement zu beobachten und zu messen.

Die Thermosäule ist jedoch jetzt für Messungen der Wärmestrahlung fast vollständig verdrängt von dem Bolometer nach Svanberg und Langley (44), welches wesentlich grössere Empfindlichkeit und bequemere Anwendbarkeit besitzt. Es wird zu Spektralmessungen ebenfalls auf lineare Form gebracht. Mit Hilfe der Thermosäule und des Bolometers ist es gelungen, das ganze Gebiet der sichtbaren und unsichtbaren Wärme-Strahlung vom äussersten Ultraviolett (45) bis ins äusserste Ultrarot zu verfolgen und zu messen.

Ein wesentlich anderes Prinzip, das ultrarote Spektrum zur Darstellung zu bringen, verfolgte schon John Herschel (46). Er berusste einen Papierstreifen und tränkte ihn dann mit Alkohol oder Äther. Wenn er nun auf den feuchten Streifen ein Sonnenspektrum entwarf, so entstanden durch verschiedene Verdampfung helle und dunkle Streifen. So konnte er im Ultrarot verschiedene Intensitäten erkennen. Doch sind die Streifen sehr diffus.

Dies ist also die erste, wenn auch unvollkommene Methode, das ultrarote Spektrum sichtbar zu machen. Ein weiterer Schritt auf diesem Wege ist die Verwendung von Phosphoreszenzplatten. Die ultraroten Strahlen haben die Eigenschaft, dass sie das Phosphoreszenzlicht von phosphoreszierenden Platten auslöschen. Entwirft man also ein Wärmespektrum auf eine solche phosphoreszierende Platte, so werden alle Stellen, welche von Wärmestrahlen getroffen werden, dunkel, alle anderen bleiben hell. Diese Methode zur Untersuchung der Wärmestrahlung ist zuerst von Becquerel, Vater und Sohn, verwandt worden (47). Nach dem Vorschlag von Lommel wurde dann das so erzeugte phosphorographische Bild direkt photographiert. So konnte man also das Wärmespektrum indirekt photographisch wiedergeben.

Ein weiterer Schritt führte zur direkten photographischen Aufnahme des Wärmespektrums (48). Insbesondere Abney ist es gelungen, photographische Platten herzustellen, auf welche die Wärmestrahlen ganz ebenso einwirken, wie die Lichtstrahlen auf die gewöhnlichen Platten. Es gelangen ihm damit Aufnahmen bis zur Wellenlänge von 0,001 075 mm. Diese letztere Tatsache steht also vollkommen auf demselben Boden, wie

Digitized by Google

die in der Optik gebräuchlichen, und bietet den Vorzug, dass das Ergebnis absolut objektiv und haltbar aufgezeichnet wird.

32. Die Messungen des unsichtbaren Spektrums.

Durch die besprochenen Methoden erhält man in erster Linie die Möglichkeit, die Wellenlängen der verschiedenen Strahlen zu bestimmen, welche die untersuchte Strahlung enthält. Denn sowohl im Gitterspektrum, als auch im Prismenspektrum steht die Ablenkung, welche die Strahlen durch den Apparat erfahren, in einem ganz bestimmten proportionalen Verhältnis zur Wellenlänge der Strahlen. Man kann also aus dem Ablenkungswinkel ohne weiteres die Wellenlänge der Strahlen berechnen. Hierdurch konnte zunächst der Nachweis gebracht werden von der Zugehörigkeit der Lichtstrahlung zu dem grossen Gebiete der Wärmestrahlung. Es konnte ferner der Nachweis erbracht werden, dass jede beliebige Wärmestrahlung vollkommen den optischen Gesetzen folgt. Die Messungen ergaben für den uns augenblicklich bekannten Bezirk der Wärmestrahlung die Wellenlänge von 0,06—0,0001 mm.

Die angewandten Methoden ermöglichen jedoch in einem gewissen Grade nicht nur die Feststellung der Ausdehnung eines gegebenen Spektrums, sondern auch die Messung der relativen Intensität der einzelnen Bezirke desselben. Wenn man nach einer der beschriebenen Methoden ein gegebenes Spektrum aufnimmt, so zeigen nicht alle Bezirke desselben gleich starke Wirkung, sondern es wechseln an den verschiedenen Stellen starke Wirkungen und schwache, Maxima und Minima. Und wenn wir mit ein und derselben Methode die Wärmespektren verschiedener Strahlungsquellen vergleichen, so finden wir, dass die Lage dieser Maxima und Minima eine verschiedene ist. Wir können also die Intensität der Wirkung verschiedener Bezirke ein und desselben Spektrums sowohl, als auch verschiedener Spektren mit einander vergleichen. Doch müssen wir immer bedenken, dass es sich dabei nur um relative Werte handeln kann. Ebenso wie wir für die Lichtstrahlung ganz verschiedene Werte bekommen, je nachdem wir ihre optische, ihre thermische oder ihre chemische Helligkeit messen (49), ebenso erhalten wir für das Wärmespektrum keine vergleichbaren Werte, wenn wir sie nach verschiedenen Methoden messen.

Bei den vergleichenden Messungen mit der Thermosäule sowohl als mit dem Bolometer dient der Ausschlag der Galvanometernadel als Mass. Wenn man die Wellenlängen des Spektrums auf der Abcisse, die abgelesenen Werte auf den Ordinaten einträgt, erhält man Kurven, welche einem ohne weiteres ein anschauliches Bild der Intensitätsverteilung in den verschiedenen Spektren geben (50).

Digitized by Google

Bei dem photographischen Verfahren kommen die Intensitätsunterschiede unmittelbar zur Beobachtung, indem auf dem photographischen Bilde des Wärmespektrums dunklere mit helleren Streifen abwechseln. Allerdings ist hier ein einigermassen zutreffender Vergleich verschiedener Intensitäten noch schwieriger, als bei den anderen Verfahren.

33. Absorptionsspektren, Fraunhofer'sche Linien.

Bei der Untersuchung von Wärmespektren stossen wir ganz wie bei der Spektralanalyse des Lichtes häufig auf die Erscheinung, dass das erhaltene Spektrum nicht vollständig der Strahlung der untersuchten Strahlungsquelle entspricht. Denn auf dem Wege von der Strahlungsquelle bis zur Stelle der spektroskopischen Aufnahme muss die Strahlung jedesmal Materie durchsetzen, welche infolge ihres spezifischen Absorptionsvermögens Teile der Strahlung zurückhält. Dieser Ausfall zeigt sich in der Gestalt von linien- und streifenförmigen Lücken in dem ursprünglichen Spektrum. Wir haben demnach ganz wie im sichtbaren Spektrum, so auch ein unsichtbares Absorptionsspektrum; diese sind für die einzelnen absorbierenden Substanzen ganz ebenso charakteristisch wie die Absorptionsspektren im sichtbaren Teile. Diese Absorptionen sind von grosser wissenschaftlicher, aber auch von grosser praktischer Bedeutung.

Wir haben gesehen, dass Steinsalz für wärmespektroskopische Zwecke besonders brauchbar ist, weil es fast keine Absorption zeigt. Grünes Glas dagegen absorbierte alle Strahlen der Wellenlängen von 0,00759—0,01131 mm (51). Quarz wird immer durchlässiger von der Wellenlänge (λ) $= 0{,}00076 - 0{,}003$ mm. Hartgummi wird gleich im Ultraroten diatherman, die Durchlässigkeit wächst bis $\lambda = 0{,}0009$ und bleibt dann konstant bis $\lambda = 0{,}003$ mm. Lampenruss absorbiert alle Wellenlängen gleich stark. Wasser in dicker Schicht absorbiert fast das ganze Gebiet der unsichtbaren Wärmestrahlung. Kupfersulfat absorbiert alles Ultrarot. Dagegen lässt eine vollständig undurchsichtige Schicht einer konzentrierten Lösung von Jod und Schwefelkohlenstoff das gesamte ultrarote Spektrum ganz hindurch gehen. Chlorophyllösung gibt keine Bande in Ultrarot an.

Über die Absorption der tierischen und menschlichen Stoffe im ultraroten Spektrum liegen leider zurzeit noch keine zusammenhängenden Untersuchungen vor.

Alkohol ist gleichmässig diatherman von $\lambda = 0{,}000\,776 - \lambda = 0{,}000\,941$, dann nimmt die Diathermansie ab und bei $\lambda = 0{,}0014$ mm ist starke Absorption vorhanden.

Digitized by Google

Auch die Gase und Dämpfe zeigen, ganz wie im sichtbaren Spektrum, so auch in unsichtbaren typischen Absorptionen und zwar auch hier in Linienform. Wir finden daher auch im Wärmespektrum der Sonne solche Absorptionslinien, sogenannte Fraunhofersche Linien, welche ihre Entstehung dem Gasmantel der Sonne verdanken. Üben diese auch unseres Wissens keinen bemerkbaren Einfluss auf die Wirkung der Sonnenstrahlung aus, so wird sie doch insofern von praktischer Bedeutung, als sie eine wichtige Ergänzung zur Erfahrung der chemischen Konstitution der Himmelskörper durch Spektralanalysen ermöglichen (52).

Von bedeutendem Einfluss auf die Wirkung der Sonnenstrahlung ist jedoch die atmosphärische, terratrische oder tellurische Absorption des Sonnenspektrums. Ein Teil der Fraunhoferschen Linien im Sonnenspektrum wird desto dunkler, je niedriger die Sonne steht und dokumentiert damit einen Ursprung in der Erdatmosphäre. Dieses Stärkerwerden der tellurischen Absorption geht einher mit dem sehr bemerkbaren Nachlassen der Wärmewirkung der Sonnenstrahlung. Die meisten dieser Linien und Banden verdanken ihren Ursprung dem Wasserdampf der Atmosphäre. Ausserdem ist noch der Sauerstoff wirksam. Linien von Stickstoff, Kohlensäure und Ozon sind bisher nicht gefunden worden. Doch sind die letzteren zweifellos auch wirksam (53).

34. Die Ergebnisse der Analyse des Wärmespektrums.

Aus den bisher entwickelten Gesichtspunkten ergibt sich also, dass der Charakter des Wärmespektrums, welches wir in einem gegebenen Falle erhalten, bedingt wird einerseits durch die Strahlungsquelle, anderseits durch die Medien, welche die Strahlung durchsetzt. Dies sei nochmals kurz zusammengefasst.

Von seiten der Strahlungsquelle kommen folgende Faktoren in Betracht.

a) Das spezifische Strahlungsvermögen σ der Strahlungsquelle (vergl. Abschnitt 20). Wir haben gesehen, dass jede Substanz ihr eigentümliches Strahlungsvermögen hat, welches für die verschiedenen Wellenlängen sehr verschieden sein kann. Insbesondere haben wir gesehen, dass das Strahlungsvermögen der Gase und Dämpfe bei Atmosphärendruck in der Regel auf einzelne scharf begrenzte Wellenlängen beschränkt bleibt (Linien- und Bandenspektrum), während es bei komprimierten Gasen, bei Flüssigkeiten und festen Körpern auf breite Bezirke, wenn nicht auf den ganzen Umfang des Spektrums sich erstreckt (kontinuierliche Spektren).

Digitized by Google

b) Die Temperatur der Strahlungsquelle. Während die Spektralanalyse des Lichtes sich in der Regel nur mit der Strahlung solcher Körper zu beschäftigen vermag, deren Temperatur $> 525^{\circ}$ C ist, vermag die Spektralanalyse der Wärmestrahlung prinzipiell alle Körper zu untersuchen und hat tatsächlich auch schon Resultate bei Körpern gezeitigt, deren Temperatur unter dem Gefrierpunkte war.

Auf den Charakter des Spektrums ist die Temperatur insofern von massgebendem Einfluss, als die Summe der von einem Körper ausgestrahlten Wärme proportional der vierten Potenz seiner absoluten Temperatur steigt (vergl. Absatz 19) und als das Maximum des Spektrums sowohl, als auch die eine Grenze des Spektrums mit steigenden Temperaturen immer mehr nach den kurzwelligen Gebieten derselben sinkt.

c) Die Entfernung der Strahlungsquelle. Die Intensität aller Spektralbezirke nimmt proportional den Quadraten der Entfernung, welche die Strahlen zwischen der Strahlungsquelle und dem Orte des Spektrums zu durchlaufen haben, ab. (Das geometrische Gesetz. Vergl. Absatz 9.)

Von seiten der Medien, welche die Strahlung zu durchsetzen hat, kommen folgende Faktoren in Betracht:

a) Die Wärmefarben der durchstrahlten Medien oder das spezifische Absorptionsvermögen derselben für die verschiedenen Wärmestrahlen (vergl. Abschnitt 22).

b) Die Dicke der zu durchlaufenden Schicht der betreffenden Medien. Mit zunehmender Dicke der durchlaufenden Medien steigt gesetzmässig (54) die Schwächung der Strahlung.

c) Einen gewissen Einfluss hat auch die Temperatur der durchstrahlenden Medien (55).

Die spektrale Analyse einer gegebenen Strahlung gibt uns nun einerseits die Möglichkeit, Rückschlüsse auf die soeben erörterten Punkte, also in erster Linie auf die Beschaffenheit der strahlenden und der durchstrahlten Medien zu ziehen; andrerseits ermöglicht sie uns aber auch uns von der Wirksamkeit und der Wirkungsweise einer gegebenen Strahlung ein Bild zu machen. Denn diese hängen nicht nur von der thermometrisch messbaren Menge der Wärme, sondern auch in hohem Grade von der spektralen Zusammensetzung der betreffenden Strahlung, also von der Qualität der Wärme ab.

Praktisch kommen für uns in erster Linie die Strahlung der Sonne, in zweiter Linie die Strahlung irdischer Wärmequellen in Betracht.

Digitized by Google

35. Das Sonnenspektrum.

Ueber die physische Konstitution der Sonne herrscht noch keine volle Klarheit (56, 57). Wahrscheinlich ist es, dass die sichtbare Oberfläche der Sonnenscheibe durch eine Wasserstoffatmosphäre gebildet ist, deren Spektrum durch gesteigerten Druck (vergl. Abs. 20) kontinuierlich geworden ist. Über die Temperatur dieser Atmosphäre weichen die Angaben weit auseinander; doch das erscheint sicher, dass diese Temperatur alle irdischen Temperaturen bei weitem übertrifft. Zöllner gibt dieselbe auf 27 000° C., die Temperatur des Innern der Sonne auf 70 000° C. an. Nach Untersuchung von Langley dagegen kann man schliessen, dass die Temperatur der Sonne mindestens 150 000° C. betrage (58). Wie dem auch sei, auf alle Fälle entstammt die Strahlung der Sonne einem Körper von ganz ausserordentlich hoher Temperatur im Vergleich zu den Temperaturen unserer irdischen Wärmequellen.

Die Temperatur des elektrischen Bogenlichtes beträgt dagegen 4—5000° C., die der Weingeistflamme $<$ 2000° C.

Dem entsprechend muss das Maximum im Sonnenspektrum vergleichsweise sehr weit nach der Seite der stark brechbaren, kurzwelligen Strahlen geschoben sein, und das Spektrum muss nach dieser Seite hin sich sehr weit ausdehnen. (Fortsetzung folgt.)

II.

Wesen der Kathoden- und Röntgenstrahlen.

Von J. Stark (Göttingen).

(Schluss.)

Indem wir die Periode des bewegten Elektrons oder auch einer ganzen Gruppe von Elektronen entsprechend wählen, können wir die Länge der elektromagnetischen Wellen beliebig gross oder klein machen. Hertz hat künstlich durch Funkenentladung von zylindrischen Leitern, indem er also eine grosse Anzahl von Elektronen in Bewegung versetzte, elektromagnetische Wellen von 5 bis 50 m Länge hergestellt. Als er die Fortpflanzungsgeschwindigkeit dieser Wellen bestimmte, fand er die Lichtgeschwindigkeit.

Nun hat eine tausendfältige Erfahrung ergeben, dass wir das Licht als eine Wellenbewegung in einem kontinuierlichen Medium aufzufassen haben. Da die Lichtwellen und Wellen, deren elektromagnetische Natur feststeht, die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben, so können wir schliessen, dass die Lichtwellen ebenfalls elektromagnetische Wellen sind.

Digitized by Google

Und da alle elektromagnetische Ausstrahlung in einer Bewegung oder genauer in einer Beschleunigung von Elektronen ihren Grund hat, so ergibt sich der Satz, dass die Lichtwellen bei Beschleunigung von Elektronen als elektromagnetische Ausstrahlung zustande kommen. Die elektromagnetische Energie, welche in den Lichtstrahlen strömt, wird aus der kinetischen Energie der beschleunigten Elektronen gewonnen. Ausstrahlung von Licht besteht also in einer Verwandlung von kinetischer Elektronenenergie in strömende elektromagnetische Energie des Äthers.

Umgekehrt bringen von aussen kommende Lichtwellen an Elektronen Beschleunigung und kinetische Energie hervor. Die Absorption von Lichtwellen besteht in einer Verwandlung elektromagnetischer Strahlungsenergie des Äthers in kinetische Elektronenenergie.

Zum Nachweis elektromagnetischer Wellen besitzt der Mensch bis jetzt eine Reihe von Reagentien und Instrumenten. So benützt man in der drahtlosen Telegraphie zur Wahrnehmung elektromagnetischer Wellen den sogenannten Kohärer, ferner kann man die von elektromagnetischen Wellen bewirkte Erwärmung mittels Thermosäulen oder mittels des noch empfindlicher auf Wärme ansprechenden Bolometers zum Nachweis bringen. Für eine Gruppe elektromagnetischer Wellen von bestimmter Länge, nämlich für Wellen von $7 \cdot 10^{-5}$ bis zu $3{,}9 \cdot 10^{-5}$ cm, hat die Natur dem Menschen als reagierendes Instrument das Auge gegeben. Und eben diese mit dem Auge wahrnehmbaren Wellen nennen wir Licht.

Alle elektromagnetischen Wellen besitzen Energie oder Intensität, sie unterscheiden sich von einander durch ihre Länge. Der Nachweis elektromagnetischer Wellen kann sich auf die Kundmachung elektromagnetischer Strahlungsenergie oder Intensität beschränken ohne Rücksicht auf die Wellenlänge oder die „Farben" der elektromagnetischen Wellen. Man kann aber auch einen Schritt weiter gehen und nach Instrumenten oder Vorrichtungen suchen, welche nur auf ganz bestimmte Längen elektromagnetischer Wellen ansprechen, welche also nicht bloss intensitäts-, sondern auch farbenempfindlich sind. In der Praxis der drahtlosen Telegraphie mittels elektromagnetischer Wellen ist diese zweite Aufgabe in der sogenannten abgestimmten Telegraphie erst zu einem kleinen Teile gelöst. Die Natur hat in unserem menschlichen Auge ein Instrument konstruiert, das für die elektromagnetischen Wellen, die Licht heissen, sowohl auf die Intensität wie auf die Länge elektromagnetischer Wellen anspricht; die Stäbchen in unserer Netzhaut sind intensitäts-, die Zapfen farbenempfindlich.

§ 12. Zwei Arten der Erregung und Absorption des Lichtes. — Wir sind uns nun klar über die Erregung und die Ab-

Digitized by Google

sorption der Lichtwellen; in beiden Fällen haben wir eine Wechselwirkung zwischen dem kontinuierlichen Äther und den mit ihm verknüpften Elektronen. Beschleunigung der Elektronen hat elektromagnetische Ausstrahlung in den Äther, elektromagnetische Einstrahlung aus dem Äther hat Beschleunigung der Elektronen zur Folge.

Es gibt nun zwei Fälle des Vorkommens der Elektronen und damit auch zwei Fälle der Lichterregung. Wie wir eben gesehen haben, kann das positive oder negative Elektron an andre Elektronen gebunden sein durch wechselseitige Kräfte. Das negative Elektron kann aber als Elektronjon auch in freiem Zustande vorkommen und auf Zickzackwegen zwischen den Molekülen eines Körpers umherirren, indem es in Verfolgung seines geradlinigen Weges auf Körpermoleküle stösst und wieder zurückgestossen wird.

Das im Atom gebundene Elektron führt um eine mittlere Gleichgewichtslage Schwingungen aus; diese werden durch eine Erschütterung des Atoms unter einem äusseren Stoss ausgelöst; ihre Amplituden und ihre kinetische Energie ist um so grösser, je intensiver der Stoss von aussen ist. Infolge der Beschleunigung, welche das Elektron bei seiner Schwingung im Atom erfährt, hat elektromagnetische Ausstrahlung statt. Die Periode der ausgesandten Lichtwelle ist gleich der Periode der Schwingung des Elektrons im Atom, also gleich der Zeitdauer eines einmaligen Hin- und Herganges. Dies ist alles zu erwarten nach dem, was wir uns oben über die Erregung der elektromagnetischen Strahlung klar gemacht haben.

Nun aber kommt das Neue. Die Periode oder Schwingungsdauer eine Pendels hängt ab von seiner Eigenart, von seiner Länge und Masse und von der Grösse der auf ihn wirkenden Kraft. Die Höhe des Tones, den eine Stimmgabel aussendet, hängt ab von der Schwingungsdauer der Stimmgabel und diese wird durch die Eigenart derselben, von der in ihr wirksamen elastischen Kraft und ihrer Masse bestimmt. Die Perioden der im Atom schwingenden Elektronen sind nicht beliebig, sondern sind bestimmt durch die spezielle Art der Bindung des Elektrons im Atom; sie sind somit charakteristisch für den Aufbau des Atoms aus Elektronen. Die Lichtstrahlung, welche von den gebundenen Elektronen im Atom ausgeht, setzt sich aus einzelnen ganz bestimmten Wellenlängen zusammen, die von einander im Spektrum durch strahlungsleere Zwischenräume getrennt sind. Das Spektrum der Strahlung der gebundenen Elektronen aus dem Atom ist diskontinuierlich, ein Linien- oder Bandenspektrum.

Die freien Elektronen, die negativen Elektronjonen stehen nicht unter dem Zwang von bestimmten Kräften, sie führen nicht regelmässige

Digitized by Google

Schwingungen aus, vielmehr ganz unregelmässige Zickzackbewegungen. Solange sie auf dem Wege zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ecken ihrer Bahn mit konstanter Geschwindigkeit, also ohne Beschleunigung laufen, geben sie keine elektromagnetische Strahlung aus. Beim Aufprallen auf ein Körperteilchen vermindert sich dagegen ihre Geschwindigkeit, beim Zurückprallen wird sie wieder grösser; während des Stosses auf ein Molekül erfährt also ein Elektronjon eine Beschleunigung. Während des Stosses muss darum ein Elektronjon eine elektromagnetische Welle in den Äther hinaussenden. Die Dauer t des Aufprallens, die Zeit von Beginn der Geschwindigkeitsänderung bis zu Beginn des Rückprallens, ist gleich einem Viertel der Länge λ der ausgesandten elektromagnetischen Welle. Ist c die Lichtgeschwindigkeit, so ist $\lambda = 4\,c \cdot t$.

Der Zusammenstoss von Elektronjonen mit Körpermolekülen ist also mit einer elektromagnetischen Ausstrahlung verbunden. Die Periode der ausgesandten elektromagnetischen Wellen wird bestimmt durch die Stossdauer. Diese variiert für das einzelne Elektronjon von Stoss zu Stoss und ist in jedem Zeitmoment von Elektronjon zu Elektronjon verschieden. Aus diesem Grund sendet ein Körper, zwischen dessen Molekülen Elektronjonen unregelmässig hin und her fahren, alle möglichen Wellenlängen oder ein kontinuierliches Spektrum aus.

Analog wie bei der Erregung des Lichtes sind auch bei der Absorption desselben zwei Fälle zu unterscheiden. Die Einstrahlung kann am gebundenen oder am freien Elektron statthaben. Im ersten Fall werden von den eingestrahlten Wellen diejenigen am stärksten von den Elektronen absorbiert, welche mit diesen in gleichem Takte schwingen; es werden diejenigen Wellenlängen absorbiert, welche die gebundenen Elektronen selbst auch ausstrahlen. Im zweiten Fall folgt aber das Elektronjon der Schwingung einer jeder einfallenden Welle; von der ersten Hälfte der einfallenden Welle wird das freie Elektron in der einen Richtung angetrieben, von der zweiten Hälfte dagegen erhält es in der entgegengesetzten Richtung Energie. Gibt es während dieser Zeit keine künstliche Energie an die Umgebung, beispielsweise durch Stoss, ab, so ist nach dem Vorüberziehen der ganzen Welle seine kinetische Energie ebenso gross wie zuvor, das Elektronjon hat die elektromagnetische Welle nicht absorbiert. Verhindert man also während der Periode der einfallenden Wellen die Energieabgabe von seiten des Elektronjons, so ist die Lichtabsorption gering; dies kann bewirkt werden, indem man die Periode der einfallenden Welle klein nimmt im Verhältnis zu der Dauer zwischen zwei aufeinander folgenden Zusammenstössen des

Digitized by Google

Elektronjons. Damit also elektromagnetische Wellen von einem Körper möglichst wenig absorbiert werden, darf erstens ihre Periode nicht vorkommen unter den Schwingungsperioden der gebundenen Elektronen der Körperatome, zweitens muss sie sehr klein sein.

§ 13. Erregung der Röntgenstrahlen. — Zur Erzeugung der Röntgenstrahlen verwenden wir die elektrische Strömung in verdünnten Gasen. Wie in § 8 dargelegt wurde, schaffen wir uns an der Kathode durch Jonisierung zunächst freie negative Elektronen aus neutralen Atomen. Diesen negativen Elektronjonen oder Kathodenstrahlen erteilen wir darauf eine grosse Geschwindigkeit, indem wir sie eine grosse Spannungsdifferenz frei durchlaufen lassen; zu dem Zweck legen wir erstens an die Elektroden eine grosse Spannungsdifferenz 30 000 bis 100 000 Volt mit Hilfe der Sekundärspule eines Induktoriums, zweitens machen wir die freie Weglänge unserer Elektronjonen gross, indem wir eine hohe Verdünnung des Gases in unserer Röntgenröhre anwenden. Nachdem auf diese Weise Kathodenstrahlen oder negative Elektronjonen von grosser Geschwindigkeit hergestellt sind, lassen wir sie auf die Moleküle eines festen Körpers fallen, beispielsweise auf die Glaswand oder noch besser auf die schweren Moleküle eines Platinbleches (Antikathode), das der Kathode gegenübergestellt ist. Unsere Kathodenstrahlen prallen so auf Moleküle und erfahren so eine Beschleunigung während ihres Stosses. Beim Auftreffen der Kathodenstrahlen auf die Moleküle der Antikathode muss darum eine elektromagnetische Ausstrahlung erfolgen. Diese elektromagnetische Strahlung, welche schnelle negative Elektronjonen oder Kathodenstrahlen beim Auftreffen auf die Moleküle der Antikathode aussenden, ist die Röntgenstrahlung.

Die Röntgenstrahlen sind prinzipiell verschieden von den sie erzeugenden Kathodenstrahlen. Sie sind nicht wie diese elektrisch geladen und darum weder elektrisch noch magnetisch ablenkbar. Ihre Geschwindigkeit ist gleich derjenigen der Lichtwellen; sie sind prinzipiell nicht von diesen verschieden, sie sind elektromagnetische Wellen im Äther wie diese. Was sie von den sichtbaren Lichtwellen unterscheidet was sie eben für das menschliche Auge unsichtbar macht, ist ihre Länge.

Wir wollen durch eine einfache Überschlagsrechnung eine obere Grenze für die Wellenlänge der Röntgenstrahlen ermitteln. Die Geschwindigkeit unseres Kathodenstrahles sei $v = 1{,}2 \cdot 10^{10}$ cm $\cdot$ sec^{-1}, er möge also 40000 Volt frei durchlaufen haben. Er möge auf ein Körpermolekül treffen, dessen Durchmesser von der Ordnung $d = 10^{-7}$ cm ist. Er möge nach Durchlaufung des halben Moleküles seine ganze Geschwindigkeit eingebüsst haben. Die Zeit, die während der Zurücklegung

Digitized by Google

der Strecke $0{,}5 \cdot 10^{-7}$ cm mit der mittleren Geschwindigkeit $0{,}6 \cdot 10^{10}$ cm $\cdot \sec^{-1}$ vergeht, ist $t = \frac{d}{v} = \frac{0{,}5 \cdot 10^{-7}}{0{,}6 \cdot 10^{10}} = 8{,}3 \cdot 10^{-17}$ sec. Während dieser Zeit bildet sich ein Viertel Wellenlänge im Äther mit der Lichtgeschwindigkeit $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm $\cdot \sec^{-1}$ aus. Es ist also $\lambda = \frac{4c \cdot d}{v} = 2c \cdot t = 4 \cdot 3 \cdot 10^{10} \cdot 8{,}3 \cdot 10^{-17} = 1 \cdot 10^{-5}$ cm. In Wirklichkeit ist die Stosszeit wahrscheinlich noch kürzer, so dass die Wellenlänge unseres Röntgenstrahles sich noch kürzer ergibt.

Aus der Formel $\lambda = \frac{2c \cdot d}{v}$ ist zu ersehen, dass die Wellenlänge der Röntgenstrahlen um so kleiner ist, je grösser die Geschwindigkeit v der erzeugenden Kathodenstrahlen ist. Demgemäss geben verschiedenartige Röntgenröhren Röntgenstrahlen von verschiedener Wellenlänge aus, je nachdem die Elektrodenspannung verschieden gross ist, mit welcher sie arbeiten. Diese hängt vor allem unter sonst gleichen Umständen von dem Gasdruck ab. Je niedriger dieser ist, je höher die Röntgenröhre evakuiert ist, desto grösser ist die Elektrodenspannung, desto grössere Spannungsdifferenzen durchlaufen in ihr die Kathodenstrahlen frei, desto kürzer ist die Wellenlänge der von ihnen ausgesandten Röntgenstrahlen. Röhren, welche mit kleiner Elektrodenspannung arbeiten und darum lange Röntgenstrahlen liefern, heissen weich; Röhren von grosser Elektrodenspannung und kurzen Röntgenstrahlen heissen hart.

§ 14. Eigenschaften der Röntgenstrahlen. — Die Wellenlänge des gelben Natriumlichtes beträgt $5{,}89 \cdot 10^{-5}$ cm, diejenige des violetten Lichtes $3{,}9 \cdot 10^{-5}$ cm; über das Violett hinaus ist man im Ultraviolett bis jetzt mit besonderen Methoden bis zu der Wellenlänge $1{,}4 \cdot 10^{-5}$ cm vorgedrungen. Wie wir oben berechnet haben, liegt die Wellenlänge von Röntgenstrahlen, die mittels 40 000 Volt erzeugt wurden, noch unter $1 \cdot 10^{-5}$ cm.

Eine Reihe von Eigenschaften der Lichtstrahlen, wie Reflexion, Brechung, Beugung und Absorption, hängt ab von der Wellenlänge. Da wir die Röntgenstrahlen als unsichtbares Licht sehr kleiner Wellenlänge zu betrachten haben, so müssen wir Eigenschaften von ihnen erwarten, wie sie sich aus dem bekannten Verhalten gewöhnlicher Lichtstrahlen folgern lassen. So ist eine regelmässige Reflexion von Lichtstrahlen um so schwieriger zu erhalten, je kleiner die Wellenlänge wird, weil dann die Unebenheiten der reflektierenden Ebene im Verhältnis zur Wellenlänge um so grösser werden. In der Tat kann man bei Röntgenstrahlen keine regelmässige Reflexion beobachten.

Digitized by Google

Die Beugung von Wellen an den Rändern undurchlässiger Körper ist um so weniger leicht beobachtbar, je kleiner die Wellenlänge ist. Bei Röntgenstrahlen hat man mit einer subtilen Methode bis jetzt aber gerade eine Andeutung von Beugung erhalten können.

Metalle absorbieren langwelliges Licht sehr stark, vor allem deswegen, weil in ihnen zahlreiche Elektronjonen vorhanden sind, deren freie Weglänge klein ist gegen die einfallende Wellenlänge, die also kinetische Energie an ihre Umgebung abgeben, während sie von der einfallenden langen Welle hin- und hergeworfen werden. Je kürzer indes die Wellenlänge wird, desto geringer wird die Absorption durch die negativen Elektronen, desto durchsichtiger werden die Metalle. Dazu kommt, dass die von den gebundenen Elektronen der Atome ausgesandte Strahlung zumeist im sichtbaren Gebiet des Spektrums liegt. Beim Uebertritt in das ultraviolette Gebiet und beim Eintritt in das Gebiet der Röntgenstrahlen müssen darum auch die stark absorbierenden Metalle mehr und mehr durchsichtiger werden; es wird sowohl die Absorption durch die freien wie durch die gebundenen Elektronen geringer. Da die Absorption durch die im Atom gebundenen Elektronen charakteristisch ist für die chemische Eigenart der Atome, so wird bei sehr kleiner Wellenlänge die Absorption des Lichtes unabhängig von der Konstitution des absorbierenden Körpers.

Es ist nun allbekannt, dass die Röntgenstrahlen wenig absorbierbar sind; eben diese Eigenschaft hat sie allgemein bekannt gemacht. Und zwar sind sie um so weniger absorbierbar, je kleiner ihre Wellenlänge, je grösser also die Geschwindigkeit der sie erzeugenden Kathodenstrahlen oder mit anderen Worten, je härter die Röntgenröhre ist. Sie ist unabhängig von der chemischen Anordnung der Atome, sie ist nur mehr von dieser selbst abhängig, sie nimmt zu mit der spez. Dichte, also mit der Zahl der Atome in der Volumeneinheit und wächst ausserdem mit dem Atomgewicht.

Zwei andere Eigenschaften haben die Röntgenstrahlen mit dem ultravioletten Licht gemeinsam. Wie dieses sind sie imstande beim Auffallen auf Metallflächen negative Elektronjonen oder Kathodenstrahlen frei zu machen. Ferner vermögen sie wie ultraviolettes Licht von der Länge $1,4 \cdot 10^{-1}$ cm aus neutralen Gasmolekülen negative Elektronen freizumachen und so das Gas leitfähig zu machen oder zu jonisieren.

Göttingen, November 1903.

Digitized by Google

III.

Der physiologische Mechanismus der Entartungs-Reaktion der Muskeln.*)

Von Dr. **J. Joteyko,** Vorsteherin des psycho-physiologischen Laboratoriums bei der Universität Brüssel.

Die pathologischen Reaktionsformen der Muskeln und Nerven haben ein grosses theoretisches und praktisches Interesse. Doumer hat auf dem 1897 er Neurologen-Kongress in Brüssel bemerkt *(„Rapport sur la valeur séméiologique des réactions anormales des muscles et des nerfs“)*, dass man von der Elektrodiagnostik zu viel verlange, wenn man von ihr den Namen der Krankheit erfahren wolle.

Tatsächlich kann uns die Elektrodiagnostik nur über den Zustand der Organe (Muskeln und Nerven) unterrichten, die man untersucht. Diese Untersuchung gibt immer eine sehr präzise Antwort auf die mit ihr gestellten Fragen und ist eine der präzisesten modernen Untersuchungsmethoden.

Meine langjährigen Untersuchungen auf dem Gebiete der Muskel- und Nervenphysiologie haben mich mit Notwendigkeit zum Studium der Erregbarkeit der degenerierten Muskeln geführt. Es ist ein Zusammenwirken der Klinik mit der Physiologie nicht länger entbehrlich, wenn dieses wichtige Problem gelöst werden soll. Und wenn die folgende Mitteilung der Elektrodiagnostik auch nichts Neues bringt, so ist sie doch ein Beitrag zum Studium des eigentlichen Mechanismus der Entartungsreaktion. Wenn dieser Mechanismus aufgeklärt würde, so würden viele klinische Erscheinungen verständlicher werden.

Wenn man die Veränderungen betrachtet, welche die Erregbarkeit des Muskels durch die Durchschneidung des motorischen Nerven erfährt, so kommt man leicht zu der Annahme, die Entartungsreaktion wäre auf die Enervation des Muskels zurückzuführen. Tatsächlich treten ja die charakteristischsten Erscheinungen dieser Reaktion in dem Augenblicke auf, wo die Nerven mehr oder weniger degeneriert sind. Die sogenannte „anormale Reaktion“ wäre also die „normale“ Reaktion des Muskels ohne Nerv.

Diese Auffassung stösst auf ernste Bedenken, denn sie setzt voraus, dass die Reaktion des Mukels qualitativ anders ausfällt, je nachdem der Muskel direkt oder indirekt gereizt wird, eine Hypothese, die sonst keine Stütze hat; sie setzt ferner voraus, dass — entgegen der üblichen Auffassung, — Curare nicht die Nervenendigungen im Muskel lähmt. Diese Auffassung ist von Schiff vertreten worden.

---

[1]) Mitgeteilt am 26. Dezember 1903 in der Sitzung der „Académie royale de médecine de Belgique“.

Digitized by Google

Ich bin nun durch meine muskelphysiologischen Forschungen dazu gekommen, die Existenz von zwei Elementen des Muskels sicher nachzuweisen, die verschieden erregbar sind. Es schien natürlich, ja unerlässlich, diese beiden eine verschiedene Erregbarkeit besitzenden Elemente zu lokalisieren, und zwar einerseits im Muskelgewebe selbst, andrerseits in den Nervenelementen.

Bei der Untersuchung der Erregbarkeitserscheinungen des durch Nervendurchschneidung zur Entartung gebrachten Muskels bin ich dazu gelangt, die Rolle, welche die Entnervung des Muskels für seine Kontraktion spielt, erheblich zu reduzieren. Den Ausgangspunkt des Phänomens bildet unzweifelhaft die Durchschneidung des Nerven, aber das wesentliche Syndrom erklärt sich vom Standpunkte meiner physiologischen Entdeckungen aus leicht, ohne das es nötig wäre, den Einfluss des Nervensystems mit heranzuziehen. Im Lichte dieser Entdeckungen will ich nun meine Theorie der Entartungserscheinungen am Muskel entwickeln. Die Untersuchungen von Grützner, Bierfreund, Rollet, Bottazzi u. a. ergeben, dass die an Sarkoplasma reichen Muskeln (glatte und rote gestreifte Muskeln) sich träger kontrahieren, später absterben, widerstandsfähiger und weniger erregbar sind, als die sarkoplasma-armen, aber an Fibrillen reichen Muskeln (weisse quergestreifte Muskeln). Hier ist der Ausgangspunkt der Theorie Bottazzis, wonach auch das Sarkoplasma kontraktil wäre. Die schnelle Reaktion ist danach in der anisotropen, fibrillären Substanz lokalisiert, in jeder Muskel-Zelle oder Faser; die langsame Kontraktion ist in der sarkoplasmatischen Substanz der Muskelzelle lokalisiert. Die Verlängerung der Zuckung, die man mit Veratrin und vielen anderen chemischen Körpern erhält, stamme von der Erregung des Sarkoplasma, das mit der ihm eigenen Kontraktion reagiere. Die Untersuchungen von Bottazzi zeigen, dass eine systematische Beziehung zwischen der Form der Kontraktion, der Struktur des Muskels und seiner Funktion existiert.

In einer vor kurzem erschienenen Arbeit habe ich gezeigt[1]), in Übereinstimmung mit dem genannten italienischen Physiologen, dass diese Anschauung eine grosse Zahl bisher dunkler Erscheinungen der Muskelerregbarkeit erklärt: die Verlängerung der Zuckung beim Veratrinmuskel; bei Chloroformierung und Ätherisierung des Muskels, beim Einflusse von Ammoniakdämpfen, den Galvanotonus, die Tiegelsche Kontraktur, die Bowditchsche Treppe, die Reizsummierung.

---

[1]) Études sur la contraction tonique du muscle strié et ses excitants. (Mémoires couronnés etc., publiés par l'Académie Royale de médecine de Belgique, 1903).

Digitized by Google

In der vorliegenden Arbeit will ich dieselbe Theorie benützen, um die Erregbarkeitsveränderung des Muskels bei seiner Entartung zu erklären (Verlängerung der Zuckung und Modifikationen der elektrischen Erregbarkeit).

Ich muss hier kurz die Ergebnisse anführen, zu denen ich komme, besonders bezüglich der Einwirkung der elektrischen Ströme.

Die Kontraktilität des Sarkoplasma ist noch nicht direkt demonstriert worden,[1]) aber ihre Annahme ist die einzige für die Erklärung der Muskelreizbarkeit heute zulässige. Andrerseits ist es unmöglich, dem Sarkoplasma die Kontraktilität abzusprechen, wo doch alles nicht differenzierte Protoplasma kontraktil ist. Im weissen quergestreiften Muskel ist aber das Sarkoplasma so spärlich vorhanden, dass es bei der Kontraktion keine wesentliche Rolle spielen kann, auch ist unter gewöhnlichen Umständen die Kontraktion dieser Muskeln von äusserst geringer Dauer. Erst unter dem Einflusse energischer Reizmittel (Veratrin, Ammoniak usw.) erhält das Sarkoplasma einen merklichen Anteil an der Kontraktion und wir beobachten dann eine beträchtliche Verlängerung der Zuckung.

Vollkommen ändert sich das Verhältnis bei den glatten Muskeln. Hier ist ein sehr reichliches Sarkoplasma vorhanden und wir müssen auch apriori zugeben, dass es nicht ohne Bedeutung für die Kontraktion sein kann. Die Beobachtung bestätigt das: die Kontraktion der glatten Muskeln ist sehr langsam und hat ganz andere Merkmale als die der quergestreiften Muskeln.

Vergleicht man die elektrische Erregbarkeit der verschiedenen Muskeln, so findet man, dass ein Muskel durch Ströme kurzer Dauer um so weniger erregbar ist, je mehr Sarkoplasma er besitzt. Durch solche Stromstösse ist nicht differenziertes Protoplasma (gewisse Rhizopoden) fast unerregbar. Die zum grossen Teile aus Sarkoplasma bestehenden glatten Muskeln sind für einzelne Induktionsstösse sehr wenig empfindlich. Nur der weisse quergestreifte Muskel ist in dieser Beziehung hoch erregbar. Der rote Muskel der Kröte, der reich an Sarkoplasma ist, nimmt eine Mittelstellung zwischen dem glatten und dem weissen quergestreiften Muskel ein. Die Krebsschere, die die Eigenschaften eines roten Wirbeltiermuskels besitzt, ist für einzelne Induktionsschläge nur wenig empfindlich.

Es ist der Schluss berechtigt, dass isolierte Induktionsstösse keinen adäquaten Reiz für das Sarkoplasma darstellen. Das Sarkoplasma wird

---

[1]) Ich hoffe demnächst darüber von mir angestellten Versuche veröffentlichen zu können.

Digitized by Google

aber erregbar für den tetanisierenden Induktionsstrom, dank dem Eingreifen der latenten Summierung. Beim an Sarkoplasma reichen Muskel existiert tatsächlich eine frappierende Disproportionalität zwischen der isolierten Zuckung und dem Tetanus; die tetanisierende Erregung ist unvergleichlich wirksamer, während beim weissen quergestreiften Muskel nur eine leichte Differenz zugunsten des Tetanus besteht.

Dagegen ist der galvanische Strom das eigentliche Erregungsmittel für das Sarkoplasma. Meine Untersuchungen zeigen ferner, dass der variable Zustand des galvanischen Stroms (Schliessung und Öffnung) wesentlich ein Excitanz für die anisotrope fibrilläre Substanz ist, während der konstante Zustand des galvanischen Stroms wesentlich auf das Sarkoplasma erregend wirkt. Diese Auffassung beruht nicht nur auf den Beobachtungen über die Wirkung des galvanischen Stroms, sondern auf einer ganzen Reihe von Untersuchungen, die sich auf die Art der Reaktion des Sarkoplasmas beziehen.[1])

Die früheren Untersuchungen hatten gezeigt, dass ein Muskel um so weniger erregbar ist, je mehr Sarkoplasma er besitzt; er erfordert, um zu reagieren, eine höhere Intensität des Stroms. Meine Versuche ergeben eine Beziehung zwischen der Zuckung und der Dauer der Reizung. Die anisotrope fibrilläre Substanz, welche höher differenziert und höher erregbar ist, produziert schnellere Bewegungen und reagiert auf eine kürzere Dauer der Erregung, als die sarkoplasmatische Substanz, die, weniger differenziert und weniger erregbar, langsame Bewegungen produziert und erst auf eine längere Dauer der Reizung reagiert. Wenn einzelne Induktionsstösse kein geeigneter Reiz für die an Sarkoplasma reichen Muskeln sind, so liegt das daran, dass die Potentialschwankung in diesem Falle zu brüsk ist, um das Sarkoplasma zu erregen.

Man kann gegenwärtig sagen, dass es drei Grade der Erregbarkeit des Nerv-Muskelpräparates durch einzelne faradische Stösse gibt: der Nerv ist für sie empfindlicher als die anisotrope Substanz und das Sarkoplasma ist wenig erregbar. Dieser Unterschied beruht meiner Auffassung zufolge auf der verschiedenen Differenzierung der fraglichen Gewebe und lässt annehmen, dass eine Beziehung zwischen der Differenzierung und der Reizbarkeit gegenüber der Dauer des Reizes besteht.

Im Lichte dieser Tatsachen werden die Merkmale, welche die Entartungsreaktion der Muskeln charakterisieren, leicht erklärbar.

Morphologisch zeigt der nach Nervendurchtrennung degenerierte Muskel eine Rückkehr zum embryonalen Zustande: Verminderung oder

---

[1]) Weitere Einzelheiten in meiner oben zitierten Schrift.

Digitized by Google

Verschwinden der fibrillären Substanz (Verlust der Querstreifung) und beträchtliche Entwicklung von Sarkoplasma. Die histologischen Veränderungen degenerierter Muskeln sind von Mantegazza, Vulpian, Erb, Hayem, Bizzozero, Golgi, Babinski, Durante, De Buck untersucht worden. Nach Babinski ist die quergestreifte Substanz erheblich reduziert und das Protoplasma erfüllt fast für sich allein die Sarkolemma-Scheide. Das Bild ist ganz ähnlich dem der in der Entwicklung begriffenen Muskelfaser. Die Atrophie der quergestreiften Substanz geht also gleichen Schritt mit der Schwellung der undifferenzierten protoplasmatischen Substanz. Unter dem Einflusse der Durchtrennung des Nerven nimmt das nicht differenzierte Protoplasma der Muskelfaser zu, es entwickelt sich und auf diese abnorme nutritive Überaktivität ist wahrscheinlich die Atrophie der quergestreiften Substanz zurückzuführen, die vom Protoplasma absorbiert wird. Im allgemeinen kann man sagen, dass es sich um die Rückkehr der Faser zum embryonalen Zustande handelt.[1]) Im Zustande der Entartung verliert also der Muskel seine Differenzierungs-Merkmale und hört auf, ein quergestreifter Muskel zu sein. Er erhält die morphologischen Merkmale des glatten Muskels. Zugleich wird er in seiner Funktion ein glatter Muskel. Abgesehen von der Umkehrung der Zuckungsformel, von der weiter unten die Rede sein wird, bestehen die charakteristischsten Reaktionen des degenerierten Muskels in: 1. dem Verluste der faradischen Erregbarkeit unter Erhaltung der galvanischen Erregbarkeit; 2. der Trägheit der Zuckung. Diese sind die wichtigsten Merkmale der Erbschen Entartungsreaktion.

Diese Modifikationen der Kontraktion beruhen gerade auf dem Reichtume des degenerierten Muskels an Sarkoplasma. Seine Erregbarkeit zeigt eine vollständige Analogie mit den Erregbarkeitsverhältnissen des Sarkoplasmas. Man braucht nur einen Blick auf die Kurven meiner Arbeit zu werfen und die Beschreibung zu lesen, welche Mendelssohn von den Entartungs-Kurven gibt, um sich davon zu überzeugen. Die Reaktion des degenerierten Muskels repräsentiert die normalen, charakteristischen Reaktionen des Sarkoplasmas, welches, weil es weniger differenziert ist, als die fibrilläre Substanz, für faradische Wellen fast unerregbar ist. Es ist nur erregbar für galvanischen Strom und reagiert nur mit der ihm eigentümlichen trägen Kontraktion.

Für meine Auffassung gibt es übrigens noch andere Beweise. D'Arsonval hat gezeigt, dass der degenerierte Muskel, um sich zu kontrahieren, einen Strom von mehr als $^1/_{10}$ Sekunde Dauer verlangt;

[1]) S. Charcot-Bouchard, Traité de Médecine. V. VI.

Digitized by Google

der kürzere, gewöhnliche faradische Stoss hat nicht Zeit genug, den Muskel zu erregen; verlängert man aber die Dauer des Induktionsflusses, indem man an die Klemmen der sekundären Spule einen Kondensator im Nebenschlusse bringt, so erhält man eine fast ebenso deutliche Kontraktion, wie mit dem galvanischen Strome. Erteilt man umgekehrt mittels eines schnell rotierenden Kommutators der galvanischen Schwankung eine sehr kurze Dauer, so reagiert der Muskel nicht darauf.

Diese Versuche von D'Arsonval zeigen also unmittelbar, dass der Unterschied in der Reaktion des degenerierten Muskels auf den galvanischen und auf den faradischen Strom auf die Dauer des Reizes zurückzuführen ist. Die Tatsache gewinnt eine ganz allgemeine Bedeutung, wenn wir sie in Beziehung bringen zu den Erscheinungen, die ich an der galvanischen Erregbarkeit des Sarkoplasma in der Muskelserie gezeigt habe. Ich halte es für erwiesen, dass diese Unterschiede in der elektrischen Erregbarkeit von dem mehr oder weniger differenzierten Substrate der Muskelzelle herrühren.

Andere Tatsachen sind nicht minder beweiskräftig. Ich habe es für wesentlich gehalten, die chemische Erregbarkeit degenerierter Muskeln zu untersuchen. Bisher haben sich alle Untersuchungen auf die elektrische Erregbarkeit bezogen, was sich aus dem Bedürfnisse der Elektrodiagnostik erklärt. Aber vom Standpunkte der Physiologie und auch von dem der Theorie des Mechanismus der Entartungsreaktion war es wichtig, die degenerierten Muskeln noch anderen Reizen auszusetzen als elektrischen.

Die chemische Reizung von, durch Abtrennung vom Ischiadicus zur Degeneration gebrachten, Froschmuskeln hat mir Tatsachen ergeben, die für die Theorie der Kontraktilität des Sarkoplasma von grosser Bedeutung sind. Es sind im wesentlichen drei Tatsachen:

1. Die degenerierten Muskeln können sich unter dem Einflusse gewisser chemischer Reizmittel (Ammoniak, Chloroform, hypertonische Kochsalzlösung) kontrahieren. Am Frosch-Gastrocnemius — einem weissen quergestreiften Muskel von hoher Differenzierung, der in der Norm nur sehr wenig Sarkoplasma enthält — fand ich, dass die chemische Reizbarkeit des degenerierten Muskels viel grösser ist, als die des normalen Muskels. Sehr selten erreicht man durch Dämpfe von Ammoniak oder Chloroform Kontraktionen eines normalen Gastrocnemius; dagegen sehr oft beim degenerierten Muskel. Er kontrahiert sich unter dem Einflusse chemischen Reizes ebenso leicht, wie der rote Gastrocnemius der Kröte, der bekanntlich sehr reich an Sarkoplasma ist. Wir dürfen daraus schliessen, dass die hohe chemische Sensibilität des degenerierten Muskels auf seinen Gehalt an Sarkoplasma zurückzuführen ist.

Digitized by Google

2. Die Kontraktion auf chemische Reize tritt nicht in jedem Falle ein. Wenn die Dose des Giftes gering ist, so bleibt der Muskel in Ruhe. Aber dann genügt eine einzige faradische Welle — Schliessungs- oder Öffnungsschlag —, um den Muskel sofort zur Kontraktion zu bringen. Man kann also sagen, dass die faradische Erregbarkeit, die am degenerierten Muskel völlig erloschen schien, ihm durch den längeren Einfluss gewisser chemischer Reizmittel wiedergegeben werden kann. Der Versuch hat eine frappierende Analogie mit der Tiegelschen Kontraktur und mit dem Veratrinzustande des nicht degenerierten Muskels: als Reiz wirken bei der Tiegelschen Kontraktur die vom Organismus selbst produzierten Toxine, die etwa dieselbe Rolle spielen wie das Veratrin, indem sie die Erregbarkeit des Sarkoplasma auf das äusserste steigern; dieses reagiert dann selbst auf die faradische Reizung.

Diese Tatsachen bestätigen meine frühere Annahme, dass nämlich die faradischen Schläge deshalb keinen adäquaten Reiz für das Sarkoplasma abgeben, weil sie eine zu brüske Potentialschwankung bedeuten; aber der brüske faradische Reiz ist zusammen mit dem kontinuierlichen chemischen Reize imstande, eine motorische Reaktion herbeizuführen.

3. In allen Fällen, gleichviel bei welcher Reizmethode (chemische Einwirkung, galvanischer Strom oder faradischer Strom in Verbindung mit chemischem Reize), reagieren die degenerierten Muskeln immer mit der ihnen eigentümlichen trägen Zuckung. Diese Zuckung ist durchaus identisch mit der gewöhnlichen Reizkurve des unipolar gereizten degenerierten Muskels, es ist die degenerative Kurve Mendelssohns, die wir nun als sarkoplasmatische Kurve bezeichnen müssen.

Es ist interessant, dass Remark und Dubois konstatiert haben, das in manchen Fällen sich degenerierte Muskeln unter dem Einfluss des faradischen Stromes kontrahieren könnten, dass dann aber die Kurve ebenso in die Länge gezogen war, wie die der galvanischen Reizung. So reagiert ja das Sarkoplasma auf alle Reize und es zeigt sich, dass die Wirkung von der Struktur des Muskels und nicht von einer spezifischen Wirkung der Reizmittel herrührt.

Ich bemerke, dass der galvanische Strom auch am normalen Muskel eine lange Reizkurve ergibt; ich habe diese Tatsache darauf zurückgeführt, dass sich normaliter Sarkoplasma im Muskel findet. Aber die Länge der Zuckung des degenerierten Muskels ist unvergleichlich beträchtlicher.

Andrerseits können die Symptome, die den degenerierten Muskel kennzeichnen, durch gewisse Einflüsse auch am nicht degenerierten Muskel hervorgerufen werden. J. Cluzet, der sich mit dieser Frage

Digitized by Google

befasst hat, hat eine experimentelle Entartungsreaktion unter vielen Umständen hervorrufen können.[1]) So nach Strophantin- und Curare-Injektionen, beim ermüdeten Muskel und bei der experimentellen Anämie des Rückenmarks. In allen diesen Fällen ergibt sich eine Verminderung oder Aufhebung der faradischen Erregbarkeit der Muskeln mit Erhaltung der galvanischen Erregbarkeit und Zuckungsträgheit. Man findet auch die Umkehrung der Zuckungsformel, mit der wir uns weiter unten beschäftigen werden.

Cluzet erzielte Anämie des Rückenmarks durch Lykopodium-Embolieen in die Spinalarterien, worauf Lähmung der Hinterbeine eintrat. Bei drei so behandelten Hunden blieb die elektrische Reaktion der Muskeln noch mehrere Tage lang normal. Um den vierten Tag setzte die Entartungsreaktion ein. Am Nerven fand sich Verminderung sowohl der faradischen als auch der galvanischen Erregbarkeit, am Muskel Verringerung und Trägheit der Reaktion auf Induktionsschläge. Mikroskopisch fand sich im Rückenmark Zerstörung der Nervenzellen. Diese Tatsachen stehen in direkter Beziehung zu meinen Ermittelungen über die chemische Erregbarkeit des Sarkoplasmas; unter dem Einflusse solcher Reize steigt die Erregbarkeit des normalen Sarkoplasmas derart, dass es mit der ihm eigenen, der trägen Zuckung reagiert. Die viel gebrechlichere anisotrope Substanz wird durch diese Gifte unerregbar; es gibt also keine faradische Zuckung mehr, sondern nur noch die Reaktion des Sarkoplasmas auf den galvanischen Strom.

Bezüglich der Ermüdung habe ich in einer besonderen Abhandlung[2]) die verlängerten Zuckungen geschildert und damals als idiomuskulär bezeichnet; heute müssen sie als sarkoplasmatisch bezeichnet werden.

Was die Anämie angeht, so ist die Ursache der Anomalien sicher nicht in der Zerstörung der Nervenzellen des Rückenmarks zu suchen; diese centrale Störung hat keinen Einfluss auf die periphere Erregbarkeit durch elektrische Reize; die Ursache der Erscheinung ist das Überleben der sarkoplasmatischen Substanz, die, weniger erregbar als die fibrilläre, resistenter gegen Ermüdung, Anämie und Absterben ist. Diese Eigenschaften sind verknüpft mit ihrer geringen Differenzierung.

[1]) J. Cluzet, Recherches expérimentales sur quelques faits d'électrodiagnostic. (Annales d'électrobiologie, 1901, S. 6—24). — Action de la strophantine sur les réactions électriques des muscles et des nerfs de la grenouille (C. R. de la société de biologie, 1900, p. 313). — Syndrome électrique de dégénérescence dû à l'anémie expérimentale de la moelle. (Ibidem, 1900, p. 709.)

[2]) J. Joteyko, Recherches sur la fatigue nevro-musculaire et sur l'excitabilité électrique des muscles et des nerfs. (Annales de la Société Royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles, 1900, V. IX.)

Digitized by Google

Was nun das Verschwinden der Kontraktilität nach dem Tode des Individuums angeht, so hat Babinski[1]) kürzlich die Erscheinungen an den Gesichtsmuskeln des Menschen beschrieben. Er hat bei galvanischer Reizung gefunden, dass zu einer Zeit, wo die direkte und indirekte faradische Erregbarkeit erloschen ist, eine träge Zuckung auftritt unter Umkehrung der Zuckungsformel. Die Erregbarkeit der Muskeln ändert sich also nach dem Tode in ähnlicher Weise, wie wir sie von der Entartungsreaktion her kennen.

Marie et Cluzet finden, dass die Muskeln beim Menschen drei Stunden nach dem Tode unerregbar sind. Wie Babinski, konstatierten sie Fehlen der faradischen Erregbarkeit, Zuckungsträgheit mit Überwiegen der Anode über die Kathode.

Bisher habe ich hier von den Zeichen der Entartung nur die Aufhebung der faradischen Kontraktion, die Trägheit der erhaltenen galvanischen Reaktion berücksichtigt, d. h. die charakteristischsten Zeichen. Es handelt sich nun noch um die Erklärung der Umkehrung der galvanischen Polarität bei entarteten Muskeln.

Das gleichzeitig von Pflüger & Chauveau gefundene Gesetz der polaren Erregung lässt sich daher so formulieren, dass die Erregung hervorgerufen wird durch Schliessung des Stroms an der Kathode und Öffnung an der Anode.

Nun findet sich an degenerierten Muskeln das umgekehrte Verhalten; diese Umkehrung der Formel hat inzwischen viel von der Bedeutung verloren, welche Erb ihr beimass. Nach manchen Autoren (Wiener, May) ist die Umkehrung der polaren Wirkungen sogar nur eine scheinbare. Indessen kann man an dem Phänomen nicht einfach vorüber gehen, denn es begleitet in der Regel die andern Entartungszeichen des Muskels, es kann sich also um kein blosses Nebeneinander handeln. Aber wie andere Symptome der Entartung, ist das Vorkommen der Zuckungs-Umkehrung nicht auf degenerierte Muskeln beschränkt. Zwar kommt sie bei quergestreiften Muskeln nur im Zustande pathologischer oder toxischer Entartung vor, aber die glatten Muskeln zeigen im normalen Zustande eine sehr charakteristische Umkehrung der Formel und scheinen dem allgemeinen Gesetze zu widersprechen. Allerdings betrachten manche Autoren (Biedermann, Engelmann) diese Anomalie nur als eine scheinbare.

Es liegt nun die Frage nahe, wie sich das undifferenzierte Protoplasma dem polaren Einflusse gegenüber verhält. Das ist von grösster

[1]) J. Babinski, De la contractilité électrique des muscles après la mort. (C. R. de la Soc. de Biologie, 29. April 1890.)

Digitized by Google

Wichtigkeit für unsere Unterscheidung zwischen der Physiologie des Sarkoplasmas und derjenigen der quergestreiften Substanz. Nun sagt Mendelssohn in seinem Artikel Electrotonus des Dictionnaire de physiologie von Ch. Richet:[1] „Verworn schliesst, dass im Gegensatze zum Verhalten des Nerven und des Muskels die Erregung des nicht differenzierten Protoplasmas bei Anoden-, nicht bei Kathodenschliessung eintritt. Diese anodische Erregung des nicht differenzierten Protoplasmas bildet also eine frappante Ausnahme vom Pflügerschen Gesetz und findet ihre Bestätigung in den Versuchen von Verworn und Ludloff über die elektrische Erregung der Infusorien. Das Paramäcium wird an der Anode erregt, die Emission und Projektion der Trichocysten, welche Verworn als eine Erregungserscheinung betrachtet, findet immer an der Anodenseite statt; an dieser Seite vollziehen sich auch die Transformationen der Körperform dieses Organismus unter der Stromeinwirkung; auf der Anodenseite krümmen sich auch die Cilien nach rückwärts, um das Vorwärtstreiben des Körpers zu ermöglichen. Alle Erscheinungen der Erregung treten an der Anode auf; der Anodenreiz wäre also nach Verworn bei den einzelligen Organismen eine allgemeine Erscheinung, es handele sich hier also um eine Ausnahme von der fundamentalen Formel des Pflügerschen Gesetzes."

Demnach zeigt das nicht differenzierte Protoplasma im normalen Zustande eine Formelumkehrung, wie der degenerierte quergestreifte Muskel, der wieder embryonal geworden ist. Zwar sind die von Verworn geschilderten Vorgänge von Schenck bestritten worden, indessen können wir, wenn wir sie für zutreffend halten, die Tatsachen der Elektrotonus in eine ganz neue Beleuchtung bringen. Wir sehen folgendes:

1. Das nicht differenzierte, normalerweise nerven- und fibrillenlose Protoplasma zeigt Umkehrung der Erregungsformel, d. h. Vorwiegen der Anoden-Kontraktion bei Schliessung des galvanischen Stroms.

2. Die glatten Muskeln, die zwar Nerven und Muskelfasern enthalten, aber sehr reich an Sarkoplasma sind, zeigen in der Norm Umkehrung der Formel.

3. Die durch Durchtrennung der Nerven in Entartung versetzten quergestreiften Muskeln, die ihre Streifung verloren haben und sehr reich an Sarkoplasma geworden sind, zeigen Umkehrung der Formel.

4. Nur die normalen quergestreiften Muskeln, d. h. die an Sarkoplasma armen, aber an Fasern sehr reichen, folgen dem Pflügerschen

[1] Bd. V, p. 431 f., 1902.

Digitized by Google

Gesetze der polaren Erregung, d. h. bei ihnen wird die Erregung durch die Schliessung des Stroms an der Kathode hervorgerufen.

Diese Tatsachen führen zur Formulierung des folgenden Gesetzes: *Die polaren Wirkungen sind Characteristica der Erregbarkeit der verschiedenen kontraktilen Substanzen. Die Erregung der anisotropen fibrillären Substanz tritt an der Kathode bei Stromschluss ein; die Erregung des Protoplasmas (Plasma der Rhizopoden, Sarkoplasma der Muskeln) tritt bei Stromschluss an der Anode ein.*

Es existiert also eine Art Antagonismus zwischen differenziertem und nicht differenziertem Protoplasma; bei dem ersteren ist die Erregung kathodisch (Schliessung); bei dem letzteren anodisch (Schliessung).

Diese Auffassung wird nun die Erklärung vieler abweichender Fälle von Erregbarkeit ermöglichen. Es wäre von Interesse, von diesem Standpunkte aus die roten Muskeln zu untersuchen.

Die von Cluzet bei Vergiftung, beim Absterben von Babinski beobachteten Zustände experimenteller Degeneration erklären sich auch leicht. Die Gifte zerstören die anisotrope Substanz, erregen dagegen das Sarkoplasma. Nach dem Tode entscheidet das Überleben des Sarkoplasma über die Gestaltung der Erregbarkeit.

Wir haben uns bisher nur mit den Muskeln, nicht mit den Nerven beschäftigt, und haben die Symptome der traumatischen, d. h. der durch Durchschneidung des Nerven hervorgerufenen Degeneration betrachtet. In diesen Fällen sind ja die Symptome der Entartung am deutlichsten. Aber da dieser Symptomenkomplex sich auch bei vielen anderen durch Veränderungen der Muskeln und Nerven hervorgerufenen pathologischen Zuständen findet, wäre es von Interesse zu ermitteln, ob hier eine konstante Beziehung zwischen der Entartungsreaktion und Struktur des Muskels existiert. Es bleibt noch der Beweis zu führen, dass jede Entartungsreaktion an einen sarkoplasmatischen Inhalt des gezeigten Organs gebunden ist. Dabei darf man sich aber nicht an die Umkehrung der Zuckungsformel halten, um die Diagnose der Entartungsreaktion zu machen; ihre wichtigsten Zeichen sind der Verlust der faradischen Erregbarkeit der Muskeln mit Erhaltung der galvanischen Erregbarkeit und die Zuckungsträgheit.

Die vorliegende Arbeit wäre vollständig ohne ein kurzes Eingehen auf die Veränderung der Erregbarkeit der Nervenstämme bei der Entartungsreaktion. Erfahren sie nur quantitative Veränderungen, die ganz einfach bis zur Aufhebung der Leitung zunehmen, oder erfahren sie

Digitized by Google

gleichzeitig qualitative Veränderungen der Erregbarkeit? Sicher erhält man eine gewisse Zahl rein muskulärer Reaktionen ebenso gut, wenn man den Nerven reizt, ohne dass es nötig wäre, eine Affektion des Nervenstamms anzunehmen. Wenn z. B. unter dem Einflusse eines Giftes die Erregung des Sarkoplasmas eintritt, also die Verlängerung der Zuckung, so ist die Erscheinung dieselbe, ob man den Nerven oder ob man direkt den Muskel reizt, denn es ist immer das Sarkoplasma, das erregt wird und sich kontrahiert. Die einzige erforderliche Bedingung ist die Leitfähigkeit des Nerven.

Gewisse Tatsachen zeigen auch, dass der an einem Nerven auftretende Verlust der Erregbarkeit nach der Durchschneidung sich allmählich einfindet, sowohl für faradische wie für galvanische Reizung. Es gäbe also hier keine qualitativen Unterschiede, oder die qualitativen Unterschiede verlören ihre Wirkung, bevor die Erregung bis zum Muskel gelangt. Die Physiologen haben sich nicht viel mit den qualitativen Einwirkungen der Reize auf den Nerven beschäftigt. Man nimmt nur an, dass der Nerv erregbarer als das Muskelgewebe ist, so dass bei einer mässigen Reizung die Kontraktion des Muskels indirekt, nicht direkt ist, denn wir haben dann die im Muskel vorhandenen Nervenfasern gereizt, nicht das Muskelgewebe selbst. Wird der Nerv erregt, so trifft die nervöse Erregungswelle den Muskel; man nimmt an, dass, gleichviel was das ursprünglich gegebene Reizmittel war, die durch Transformation entstandene Erregung immer dieselbe ist und dass hier nur quantitative Unterschiede existieren.

Da bei der neuro-muskulären Entartung die Läsion immer ebenso sehr den Nervenstamm wie den Muskel trifft, ist es vom höchsten Interesse, den Wert jedes dieser beiden Zustände zu kennen. Die Rolle des Muskels ist wichtig und evident, denn mit der Degeneration der Nervenfasern verliert der Nervenstamm seine Leitfähigkeit und jeder Reiz wirkt auf den Muskel allein. Aber das schliesst das Auftreten qualitativer Erregbarkeitsänderungen am Nerven, gerade während sich die Degeneration vollzieht, nicht aus.

Die Frage kann in folgender Weise gestellt werden: Während des Vorganges der Entartung, noch vor Verlust der Leitfähigkeit, sind im Nerven qualitative Veränderungen der Erregbarkeit neben den quantitativen denkbar. Sind solche nachweisbar? Zwar erscheint mir eine kategorische Antwort nicht möglich zu sein, aber alles deutet darauf hin, dass auch am Nerven qualitative Veränderungen der Erregbarkeit auftreten. So haben Abelous und Cluzet unmittelbar nach der Nervendurchschneidung Umkehrung der Formel bei normaler direkter Erregbarkeit

Digitized by Google

des Gastroknemius gefunden. Bestrichen sie den oberen Teil eines Nerven mit Kokaïn, so fanden sie bei Reizung seines unteren Abschnittes Umkehrung der Formel. So häufig aber in der Elektrodiagnostik die Umkehrung der Formel für den Muskel ist, so selten findet sie sich in der Elektrodiagnostik am Nervenstamm. Übrigens erklärt sich die Umkehrung am Nerven leicht aus den Oscillationen der Erregbarkeit in den der Schnittfläche angrenzenden Nervensegmenten.[1])

Es sei noch die interessante Tatsache angeführt, dass die degenerierten Nerven nach Cluzet dem von Weiss für normale Nerven ermittelten Gesetze der Erregbarkeit folgen; an der Schwelle der Erregung hängen die Elektrizitätsmenge Q und die Dauer des Reizes t durch die Formel $Q = at + b$ zusammen (a und b sind nummerische Koëffizienten). Man beobachtet aber ferner, dass in den Fällen, wo Umkehrung der Zuckungsformel mit Übererregbarkeit besteht, die Koëffizienten a und b kleiner als in der Norm sind und ihr Minimum haben, wenn die aktive Elektrode die Anode ist. Bei der Curarisierung, wo Formelumkehrung und Herabsetzung der Erregbarkeit besteht, findet man dagegen, dass die Koëffizienten a und b grösser als in der Norm sind und dass sie dann am kleinsten sind, wenn die aktive Elektrode die Anode ist.[2])

B. Literatur-Bericht.

Zeitschriften-Übersicht.

Archives d'Électricité médicale 1903.

No. 130. 15. Octobre.

---

[1]) Abelous et Cluzet. Sur quelques conditions déterminant des modifications qualitatives dans les réactions électriques du nerf sciatique de la grenouille. (C. R. de la Sec. de biologie, 1900, p. 545.)

[2]) Cluzet. Sur la loi d'excitation des nerfs présentant des syndromes de dégénérescence. (C. R. de la Sec. de biologie, 1902, pg. 70.)

Digitized by Google

1. Zwei rasierte Stellen am Kaninchen wurden in ihrem Zentrum mit in 1 % Zinkchloridlösung getränkten kleinen Elektroden bedeckt und ein Strom von 10 m. A. 40 Minuten lang hindurchgeleitet. Nach 4 Wochen findet sich da, wo die Anode gesessen hat — also wo Zinkjonen eingewandert sind — Haar von 8—10 mm Länge, während an der Kathodenstelle nur ein unmerklicher Haarwuchs stattgefunden hat.

2. Schilderung von Versuchen, welche zeigen, dass nach einem galvanischen Bade des einen Arms der Leitungswiderstand des sofort in dasselbe Bad gebrachten andern Arms um 12—20 % abgenommen hat. Bordier nimmt eine vom Gefässzentrum auf die gekreuzte Seite sich erstreckende Vasodilatation als Ursache der Ercheinung an.

3. Eusch gibt auf 42 Seiten (der Artikel geht im Novemberheft der Zeitschrift weiter) eine besonders nach der medizinisch-historischen Seite sehr vollständige, eine genaue Kenntnis auch der modernen deutschen Literatur bezeugende Darstellung der Tatsachen der Jonenwanderung und der kataphoretischen Erscheinungen, wenn ein Gleichstrom mit in Salzlösung getränkten Elektroden in den menschlichen Körper eingeführt wird.

Die Arbeit, die auch eine Reihe eigener Versuche enthält, ist sehr gründlich und interessant, ihr Studium unentbehrlich für jeden, der sich mit der Elektrolysen- und Kataphoresen-Frage beschäftigt. Sie ist glänzend geschrieben.

4. Heilung einer Schrecklähmung der Zunge und des weichen Gaumens, 9 Monate nach der Erkrankung durch tägliche rhythmische Galvanisation (vom Zungenrücken zum Zungenbein) während 4 Monate.

5. Mitteilung eines Falles von Blitzschlag, der unter Bädern zur Heilung kam.

No. 131. 15. Novembre.

Digitized by Google

1. Siehe das Referat über die October-Nummer.

2. Adrenalin, mit der Anode als wanderndes Jon eingeführt, anämisiert die Haut, ohne jedoch den Hautwiderstand zugleich zu vermehren, vielmehr sinkt dieser erheblich mit zunehmender Spannung. Uebersteigt die Stromstärke 0,5 m. A. pro qcm, so tritt neben der anämierenden eine kongestionierende Wirkung hervor. Mit der Einwanderung des Adrenalins stellte sich ein Tremor ein, der besonders in der Schrift hervortrat.

3. Drei Fälle von Meralgia parästhetica wurden durch 7 bis 20 Bestrahlungen mit Hochfrequenz-Effluvien dauernd geheilt, in allen Fällen handelte es sich um jüngere Frauen.

4. Der Autor hat, zusammen mit Prof. Bergonié, mehrere schwere Fälle von chronischem, aus mehrfachen akuten Attacken Gelenkrheumatismus erfolgreich mit Lokalbädern in einer dreiprozentigen Natr. salicylicum-Lösung behandelt, die als Kathoden eines Stroms von 15—40 m. A. dienten.

No. 135. 15. Decembre.

1. Bordier empfiehlt Lokalbäder, denen einphasiger Wechselstrom von 2—5 m. A. zugeführt wird, zur Behandlung von Neuritiden, besonders der des Ischiadicus.

3. Kasuistik zur Wirkung des statischen Bades bei Neurosen.

4. Anwendung von einprozentiger Zinkchlorid-Lösung unter 8 m. A. mittels der Anode. Heilung in 10 Tagen nach einer Sitzung.

No. 133. 10. Janvier.*)

*) Vom Januar d. J. ab erscheint das Bergonié'sche Journal monatlich zweimal, im Umfange von 36—40 Seiten.

Digitized by Google

3. Reymond et M. Chanoz: Traitement par les rayons X d'un épithélioma de la vulve . . . . S. 28—31

1. Eine für die medizinische Elektrotechnik wichtige Arbeit, die ausführlich referiert werden wird.

2. Bericht über einen noch in Behandlung befindlichen Fall von Rezidiv eines Vulva-Cancroids, der fast moribund in Behandlung kam und in 28 Sitzungen lokal, besonders aber bezüglich des Allgemeinzustandes überraschend gebessert wurde.

Chronik.

Sitzung der British Medical Association.

Juli 1903. (Sub-Section für Elektrotherapie.)

Aus den Mitteilungen über elektrotherapeutische Fragen auf obengenannter Versammlung teilen wir nach dem Berichte in No. 4 von „Medical Electrology and Radiology" folgendes mit:

1. Elektrotherapie maligner Neubildungen:

Lewis Jones (Vorsitzender) stellt fest, 1. dass unter den Radiologen Einmütigkeit darüber besteht, dass oft bei Ulcus rodens Röntgenstrahlen befriedigende Resultate liefern, 2. dass ebenso in einem gewissen Teil der Fälle die Heilung ulzerierter krebsiger Flächen, 3. der Nachlass von Schmerzen in krebsigen Teilen eine ganz allgemeine Erfahrung sei, und 4. oberflächliche Knoten von zweifellos krebsigem Charakter bisweilen merklich an Größe unter Röntgenstrahlenbehandlung abnehmen.

Der Vortragende macht im übrigen auf die grosse Schwierigkeit aufmerksam, Erfahrungen an geeigneten Fällen zu sammeln, da natürlich in operabelen Fällen die Chirurgen nicht erst wertvolle Zeit durch solche Versuche verlieren wollen, und daher ausschliesslich die schlechten inoperabelen Fälle zur Behandlung kommen. Trotzdem sei ein tiefgehender Einfluß der Röntgenstrahlen auf das Fortschreiten der Epitheliome festgestellt.

Anderseits werden jetzt vielfach kritiklos Fälle mit zweifelhafter Diagnose oder zweifelhaftem Erfolge als Heilungen oder Besserungen von Krebs durch Röntgenstrahlen veröffentlicht, so dass man desto misstrauischer werde, je mehr man die veröffentlichten Fälle prüfe.

Redner bespricht noch im einzelnen die großen Schwierigkeiten, vergleichbare Angaben über die Erfolge dieser Therapie zu sammeln, Schwierigkeiten, die in der Technik, der Auswahl der Fälle usw. beruhen.

Die Behandlung mit Hochfrequenz- und statischer Elektrizität, sowie mit Radiumstrahlen streifte der Vortragende nur kurz.

Aus der Diskussion ist hervorzuheben, dass einzelne Redner eine Verbindung der Röntgenbehandlung mit Medikamenten (Jodkali, Zimmtsäure), andere mit allgemeiner Hochfrequenzbehandlung für wichtig erklärten. Auch die Frage, ob die für diagnostische Zwecke übliche Röntgenröhre für die Therapie zweckmässig sei, wurde gestreift. Es wurde hier sowohl wie in der folgenden Verhandlung der Gebrauch einer besonderen Vakuumelektrode (high-vacuum elec-

Digitized by Google

trode) empfohlen, welche in direkten Kontakt mit der Haut gebracht wird und X-Strahlen nebst anderen elektrischen Entladungen ausstrahle.

2. Verhandlung über die Behandlung tuberkulöser Leiden durch elektrische Methoden.

Chisholm Williams berichtet zunächst über die Behandlung von Lungentuberkulose mit Hochfrequenzströmen nach 43 Fällen eigener Beobachtung. Der Bericht lautet ausserordentlich günstig. Appetit und Gewicht der Patienten nahmen zu. Die Temperatur stieg zunächst, entsprechend der Dauer der Sitzungen und der Stärke der angewandten Ströme. Die Nachtschweisse, anfangs gesteigert, verschwanden nachher. Die Zahl der expektiorierten Tuberkelbazillen steigt. Die Bazillen entarten aber, nehmen dann an Zahl ab und können schliesslich ganz verschwinden. Doch können sie nach wochenlanger Abwesenheit wieder im Sputum erscheinen. Die physikalischen Symptome blieben am längsten bestehen. Das Sputum wird bald nach der Applikation mit Lungengewebe und Blutkörperchen durchsetzt, dann rostfarben, schliesslich rein schleimig, Diarrhöen liessen nach.

Tritt Temperatursteigerung ein, so tritt auch oft Schwäche und Gewichtsverlust auf.

Je schwerer die Krankheit, desto eher und desto intensiver tritt die Reaktion auf die Behandlung ein.

Bei Tuberkulose der Gelenke und dergleichen hat Vortragender den besten Erfolg von allgemeiner Elektrisierung, verbunden mit Anwendung der Vakuumelektrode vom Resonator aus, oder mit der einfachen Röntgenbestrahlung gesehen.

Für Lupusbehandlung gibt er im allgemeinen der Röntgenbehandlung und der Hochfrequenzbehandlung, insbesondere der Behandlung mit der Vakuumelektrode, den Vorzug vor der Lichtbehandlung nach Finsen.

In der Diskussion fanden diese Anschauungen im allgemeinen Bestätigung.

Georg Herschell sprach über die Verwendung der Elelektrizität bei der Behandlung von Krankheiten der Verdauungsorgane. Vortragender vertritt die Ansicht, dass die heutigen Mittel der Elektrotherapie auf keinem Gebiete grössere Erfolge hätten, als bei funktionellen Störungen des Verdauungstraktus. Jede dieser Formen der elektrischen Energie habe ihren besonderen Wirkungskreis und erfülle bestimmte spezifische Indikationen. Der Vortragende bespricht dann die verschiedenen Affektionen und die elektrischen Behandlungsmethoden, unter besonderer Berücksichtigung der Hochfrequenz- und sinusoidalen Ströme, nach seinen eigenen Erfahrungen. Wesentlich neue Gesichtspunkte bringt er nicht.

J. C. Fergusson sprach über die Behandlung einiger Formen der Schwerhörigkeit mit Hochfrequenzströmen. Der Vortragende war zufällig darauf aufmerksam geworden, dass in einem Falle bei Hochfrequenzbehandlung Schwerhörigkeit gebessert wurde. In fünf Fällen, welche er daraufhin behandelte, hatte er den Erfolg, dass in allen Fällen das Gehör gebessert wurde und in einem hinreichend lange behandelten Falle Heilung auftrat.

Die Behandlung bestand darin, dass der Patient erst 10 Minuten im grossen Solenoid der Autokonduktion, und dann 5 Minuten der Effluviern von zwei Bürstenelektroden eines Teslatransformators exponiert wurde.

Digitized by Google

Traitement du cancer par la Physicothérapie.

Communication faite à l'Académie Nationale de Médecine.

Par le Dr. **J. A. Riviere** de Paris.

(Paris, le 8. Décembre 1903.)

1. Notre practique de la physicothérapie, qui date de notre communication au Congrès International d'Electrologie et de Radiologie. médicales de 1900. (Traitement physicothérapique des Tumeurs malignes) pour la cure des néoplasmes, doit être envisagée, par la médecine moderne, comme une méthode très utile, pour obtenir la diminution des tumeurs, la sédation de l'élément douloureux, la disparition des engorgements ganglionnaires.

2. La physicothérapie est la seule méthode à employer contre certains néoplasmes inopérables, ou voués à une réproduction rapide; dans les formes végétantes ulcéreuses et térébrantes, de l'épithélioma; dans les sarcômes et carcinômes récidivants et repullulants, à la suite des interventions opératoires.

3. Nous employons, de préférence, la radiothérapie, les effluves statiques et les effluves de haute fréquence, sans négliger les moyens physicothérapiques généraux (bains statiques, darsonvalisation etc.), ainsi que le calomel et la quinine à l'interieur, afin de pousser aux éliminations et à la neutralisation des éléments néoplastiques, mobilisés par le traitement local et faisant retour au torrent circulatoire.

4. Les effets les plus saillants de notre traitement physicothérapique sont: la disparition des oedèmes, engorgements et indurations, la cessation des douleurs lancinantes et autres, la cicatrisation rapide et complète de l'ulcus rodens, l'affaissement et le ratatinement des saillies végétantes; enfin la disparition complète de la cachexie et de l'amaigrissement et le retour de l'intégrité dans l'état général.

5. Bien que les succès soient fréquents pour la cure des récidives opératoires, il est préférable de traiter ainsi les néoplasmes à leur début. La radio thérapie devra toujours déborder la lésion, puisque l'histologie nous prouve que le néoplasme s'étend toujours plus loin que la lésion apparente.

6. En dépit des améliorations notoires et rapides (sédation des douleurs, régression des foyers, arrêt des proliférations adénopathiques), il faut apporter une persévérance indispensable dans le traitement par les agents physiques, surtout pour la continuation des méthodes générales, destinées à l'amendement diathésique.

7. Nous croyons pouvoir affirmer, à cette tribune que le traitement des nosorganies malignes est entré dans une nouvelle phase, grâce aux applications des modernes méthodes physicothérapiques. La facilité, la simplicité, l'indolence et la promptitude de nos traitements, la régularité esthétique des résultats obtenus, le retour intégral des fonctions compromises; tout donne à la physicothérapie une valeur curative incontestable, tant au point de vue du nombre des guérisons que de la solidité des améliorations, dans des cas (primitifs ou récidivants) qui semblaient bien audessus des ressources de l'art.

Digitized by Google

Zeitschrift für Elektrotherapie

und die physikalischen Heilmethoden.

Band VI. 1904. Heft 6.

A. Abhandlungen.

I.

Über das Entstehen und die Natur der Nervennarkose.[1])

Von Prof. **N. E. Wwedenskij** in Petersburg.[2])

Alle Probleme der Innervation führen uns schliesslich zur Frage nach den fundamentalen Eigenschaften des Nervengewebes. Und da die einzelne Nervenzelle der physiologischen Technik unzugänglich ist und Komplexe von Nervenzellen sehr komplizierte Reaktionen zeigen, muss die Untersuchung der Nervenstränge als Grundlage der weiteren Erforschung des Nervensystems dienen. Der Nervenstrang ist in seinen physiologischen Eigenschaften ziemlich homogen und deshalb relativ sehr einfach. Deshalb ist das, was man als die allgemeine Nervenphysiologie bezeichnet, eigentlich die Physiologie der Nervenfaser.

Jede Nervenfaser besitzt zwei fundamentale Eigenschaften: Reizbarkeit und Leitfähigkeit. Nun finden wir gegenwärtig in der Physiologie die eigentümliche Theorie, dass diese beiden fundamentalen Eigenschaften ihrem Wesen nach verschieden sind, dass sie voneinander getrennt werden können, dass die eine beseitigt und unterdrückt werden kann, während die andere unversehrt weiter besteht.

Diese zuerst von Schiff aufgestellte Lehre schlug Wurzel, als Gruenhagen folgenden Versuch ausführte. Ein Nervenmuskelpräparat wird nur mit dem mittleren Teile seines Nerven in eine Glasröhre eingeschlossen, es wird ein Strom von Kohlensäure durch die Röhre geführt und nun der Nerv innerhalb der Röhre elektrisch gereizt; es zeigt sich, dass der Nerv fortschreitend an Erregbarkeit verliert. Gleichzeitig gelangen Reize, die

[1]) Diejenigen Leser, welche sich näher mit der Methode und der Entwicklung meiner Forschungen über diesen Gegenstand bekannt machen wollen, verweise ich auf meinen Artikel in Pflügers Archiv: „Die fundamentalen Eigenschaften der Nerven unter Einwirkung einiger Gifte". (1890, Bd. 82, S. 134—191.)

[2]) Deutsch von H. Kurella.

Digitized by Google

oberhalb der eingeschlossenen Nervenstrecke appliziert werden, zum Muskel; sogar schwache Reize, die oben appliziert werden, ergeben eine Muskelzuckung. Deshalb behauptete der Autor, dass die Erregbarkeit des Nerven bei diesem Versuche aufgehoben ist, während sein Leitungsvermögen unverändert bliebe. Und daraus zog er den Schluss, dass „Nervenerregung und Erregungsleitung von einander getrennt werden müssen, als heterogene Prozesse".

Der Versuch Gruenhagens wurde von anderen Forschern mit verschiedenen narkotisierenden Substanzen (Äther, Chloroform, Alkohol usw.) wiederholt, das Resultat war immer dasselbe. Dazu kam folgende Beobachtung: Im weiteren Verlaufe des Versuches zeigte es sich, dass die anfangs ganz unveränderte Leitfähigkeit dann „plötzlich" verschwindet; in diesem Augenblicke besteht noch ein geringer Rest von Erregbarkeit, der dann auch verloren geht. Wird der Versuch nicht zu lange fortgesetzt, so kann der Nerv nach Entfernung des giftigen Gases wieder seine volle Funktionstüchtigkeit erlangen. Es erscheint also diese Veränderung des Nerven als wahre Narkose. (Spielmann und Luchsinger, Efron, Gad, Sawyer, Potrowsky u. a.) Herzen fand dann, dass es auch gelingt, die funktionelle Tätigkeit des Nerven von seiner elektrischen Tätigkeit zu dissoziieren; nach H. kann man den Nerven mit Chloralose unerregbar machen, zugleich aber durch Tetanisierung an ihm eine negative Schwankung nachweisen, d. h. diejenige Erscheinung, die zur Zeit Du Bois-Reymonds als die elektrische Manifestation seines Erregungszustandes galt.

Ich fand dann, dass bei streng methodischem Vorgehen davon nichts zu finden ist und ferner — auf dem unten zu skizzierenden Wege —, dass zwar die Versuche von Gruenhagen und seinen Nachfolgern stets so verlaufen, wie diese angeben, dass aber ihre Interpretation völlig unzutreffend ist.

Wenn man eine mittlere Strecke eines Froschischiadicus in feuchtes Chloralosepulver lagert, mit einer schwachen Giftlösung (Cocaïn, Chloralhydrat, Penol usw.) bestreicht, oder in eine Glasröhre einführt, durch welche ein giftiges Gas fliesst, so verschwindet in dieser Strecke — B — wirklich progressiv die Erregbarkeit, während die Leitfähigkeit noch lange Zeit unverändert bleibt, so dass an einer höheren Strecke — A — applizierte Reize noch immer eine Muskelzuckung hervorrufen. Aber die Leitfähigkeit scheint nur unverändert zu sein; tatsächlich verändert sie sich ziemlich früh, und anstatt „plötzlich" zu verschwinden, durchläuft sie vielmehr drei sehr charakteristische Stadien.

Digitized by Google

Das erste Stadium der Veränderung des Leitungsvermögens besteht in folgendem. Leitet man unterhalb der narkotisierten Strecke zu einem Telephon ab und auskultiert den Nerventon, d. h. die Aktionsströme, die dadurch hervorgerufen worden sind, dass die Strecke A mit tetanisierenden Strömen gereizt wird, dann zeigt sich in diesem Stadium der telephonische Ton erheblich verändert: an Stelle eines rein musikalischen Tons tritt ein schwacher, von Geräuschen unterbrochener Ton, oder ein blosses Geräusch. Diese Tatsache lässt sich nur so erklären, dass die an der normalen Strecke erregten Wellen während ihres Durchganges durch die narkotisierte Strecke derart verändert oder transformiert werden, dass sie sowohl ihre ursprüngliche Kraft wie auch ihren anfänglichen Rhythmus einbüssen. Ich nenne deshalb dieses Stadium das transformierende. In diesem Stadium ist also die Fortleitung der Erregung schon stark verändert, obgleich die Applikation minimaler Reize an normalen Punkten des Nerven uns das noch nicht manifestiert.

Im genannten Stadium erscheint die Muskelzuckung etwas abgeschwächt, aber diese Veränderung ist noch nicht besonders ausgesprochen. Dagegen zeigt sich die Muskelzuckung im weiteren Verlaufe der Narkose höchst eigentümlich verändert: schwache Reizungen der Strecke A erreichen den Muskel und rufen in ihm tetanische Verkürzungen hervor; starke Reize dagegen erreichen den Muskel entweder überhaupt nicht oder produzieren nur eine schwache Anfangsverkürzung. Ich habe deshalb das zweite Stadium als das paradoxe Stadium bezeichnet.

Schliesslich hören Reize jeder Intensität auf, von der Strecke A zum Muskel zu gelangen. Am längsten aber bleibt die Leitfähigkeit der narkotisierten Strecke für schwache Reize. Die Verwendung von Kohlensäure, Alkohol, Äther, Chloroform ergab dieselben Resultate.

Es ist nunmehr begreiflich, dass die mit minimalen Reizen arbeitenden Autoren die Leitfähigkeit nicht verändert fanden und dass sie dieselbe dann plötzlich verschwinden sehen; in Wirklichkeit verändert sich dieselbe sehr allmählich und vor allem zunächst für starke Reize. Wie ist nun das paradoxe Stadium, das zu den üblichen Vorstellungen von der Reizleitung im Gegensatze steht, zu erklären? Die Aufhebung der Leitung in der narkotisierten Strecke erklärt man gewöhnlich durch die Annahme hypothetischer Hemmungsfaktoren. Wäre diese Erklärung richtig, so müssten ja zuerst schwache Reize unwirksam werden; das Gegenteil ist aber der Fall.

Es wäre also anzunehmen, dass die in die narkotisierte Strecke gelangenden Wellen dort erst hemmende Kräfte wecken, und zwar um so stärkere, je kräftiger sie selbst sind. Für diese Annahme spricht auch

Digitized by Google

der folgende Versuch: Reizt man im paradoxen Stadium die narkotisierte Strecke B mit Strömen, die eine Muskelzuckung hervorrufen, so wird diese schwächer oder hört ganz auf, sowie man anfängt, die Strecke A stark zu reizen. Mit anderen Worten, starke Reizung der normalen Strecke ruft eine Hemmung im Gebiete der narkotisierten Strecke hervor. Das dauert noch bestimmte Zeit nach dem Aufhören des paradoxen Stadiums, d. h. dann wird in der narkotisierten Strecke jede Leitung gehemmt: Reize, die aus der normalen Strecke in die narkotisierte gelangen, machen jede direkte Reizung der letzteren unwirksam; dieses dritte Stadium veränderter Leitfähigkeit in der narkotisierten Strecke nenne ich deshalb das Stadium der Hemmung.

Ist die Narkose vollständig, dann sind Erregbarkeit und Leitungsvermögen völlig aufgehoben. Von der narkotisierten Strecke aus kann man nur durch so starke Ströme Zuckung hervorrufen, die durch physikalische Fortleitung Stromschleifen in den unter der narkotisierten Strecke liegenden Teil des Nerven bringen; diese Erscheinung beschäftigt uns hier nicht weiter. Alle beschriebenen Erscheinungen stellen sich mit der grössten Regelmässigkeit bei der Applikation der verschiedensten Gifte ein; um sie bequem zu verfolgen, muss man die Substanzen in solcher Konzentration einwirken lassen, dass der Zustand des Präparats sich $^1/_2$—1 Stunde lang ausdehnt.

Bei seiner Erholung durchläuft dann der Nerv die drei Stadien in umgekehrter Reihenfolge und wird dann nach Erregbarkeit und Leitfähigkeit wieder völlig normal; die im Nerv hervorgerufene Veränderung kann also als seine Narkose angesehen werden.

Es liegt auf der Hand, welche wichtigen theoretischen Probleme sich mit den beschriebenen Versuchen verknüpfen. Die Annahme einer Dissoziation der Grundfunktionen des Nerven erklärt offenbar gar nichts, sie wird vielmehr durch meine Untersuchungen beseitigt. Diese werden auch nicht erklärt durch die landläufige Vorstellung, die Narkose sei ein eigenartiger molekularer Zustand der lebendigen Substanz, der zu ihrer Lähmung und zur Aufhebung der Lebenserscheinungen führe. Eine solche Auffassung erklärt die wirklichen Erscheinungen nicht, die Erklärung ist vielmehr in einer ganz anderen Richtung zu suchen.

Nimmt man an, dass die Narkose nicht ein paralytischer und passiver, sondern ein aktiver, ein Erregungszustand ist, so handelt es sich jedenfalls um einen eigenartigen, von der gewöhnlichen Erregung sehr verschiedenen Zustand. Von letzterer unterscheidet er sich dadurch,

Digitized by Google

dass er sich beschränkt auf eine lokale Veränderung, die sich durch keine Erscheinung ausserhalb der Stelle ihres Sitzes äussert. Sie ist also ein konstanter Zustand, nicht ein variabler, der sich auf eine Reihe von Elementen der Länge nach fortsetzt. Alle betroffenen Elemente sind in einem konstant-aktiven Zustande. Deshalb tritt auch die Narkose nicht in äusseren Erscheinungen zutage, wie die variablen Prozesse. Von dieser Annahme aus können wir die voll entwickelte Narkose erklären. Diese wäre ein Zustand der Refraktanz sowohl gegen direkt wirkende, wie gegen schon eingetretene Reize; die Narkose wäre also analog dem Zustande des spontan in Erregung gekommenen Herzens, welches dann nach Marey für äussere Reize unerregbar ist. Wie man sieht, ist die Erklärung sehr einfach und plausibel, und sie führt sofort zu weiteren Entwickelungen. Mit ihrer Hilfe lassen sich die drei Stadien erklären, durch die die Narkose eintritt und verschwindet. Das Stadium der Transformation erklärt sich aus Interferenzen zwischen den Wellen der Reizung und den, wenn auch noch schwachen, durch die Narkotisierung hervorgerufenen Reizungen. In der Tat erhielt ich in früheren Untersuchungen entsprechende Erscheinungen der Transformation, indem ich zwei Reihen von Erregungswellen zwang, einander an irgend einem Punkte in der Länge des Nerven zu treffen. Und als ich nun fand, dass der Ort der Narkose ein Ort der Transformation rhythmischer Vorgänge ist, drängte sich mir sofort die Vorstellung auf, dass die narkotisierte Strecke als Sitz einer eigenartigen Bewegung betrachtet werden muss. Hieraus entwickelte sich dann die hier behandelte ganze Theorie.

Das höchste theoretische Interesse knüpft sich aber an das zweite und dritte Stadium. Diese Erscheinungen finden nicht nur in meiner Theorie ihre Erklärung, sondern diese erhält auch durch sie den Impuls zu ihrer weiteren Entwicklung und Begründung. Von diesem Gesichtspunkte aus ist ihre Bedeutung sehr reich an Perspektiven.

Das dritte Stadium stellt uns vor die Tatsache, dass die von normalen Stellen des Nerven zur narkotisierten Strecke gelangenden Erregungen einen hemmenden Einfluss auf den Nerven ausüben. Mit anderen Worten, sie arbeiten der Narkose in die Hände, sie rufen vorübergehend eine Veränderung hervor, die sich unter weiterer Einwirkung des narkotisierenden Agens dort entwickelt haben würde. D. h. im Hemmungsstadium vereinigen sich sowohl die sich entwickelnde Narkose wie die vorhandene Reizung zu einer summatorischen Erregung des Nerven. Wir haben sie also als Erscheinungen derselben Ordnung anzusehen, die geeignet sind, zu demselben Effekte zusammenzuwirken.

Digitized by Google

Daraus folgt also der Schluss, dass auch die Narkose als ein Zustand eigenartiger Erregung anzusehen ist.

Man muss also von diesem Standpunkte aus anerkennen, dass es neben den Reizsummierungen, die sich in der Verstärkung äusserer Wirkungen zu erkennen geben, Summationserscheinungen gibt, die sich durch Schwächung der äusseren Wirkungen charakterisieren, am Orte ihrer Entstehung aber wirkliche Summationswirkungen sind.

Diese Auffassung des Stadiums der Hemmung führt zum Verständnisse des paradoxen Stadiums, das auf den ersten Blick nicht völlig verständlich erschien. Es ist ein Vorstadium, in ihm führen starke Reize das herbei, was später Reize jeder Art herbeiführen: d. h. Hemmung; dagegen wirken schwache Reize so, wie im voraufgehenden Stadium alle Reize, d. h. unter Interferenz mit dem lokalen Reizzustande gelangen sie noch zum Muskel.

Wird so nicht nur die alte Erscheinung einer anscheinenden Dissoziation der Erregbarkeit und der Leitfähigkeit, sondern auch die Reihe der von mir ermittelten neuen Tatsachen erklärt, so liegt die Hauptbedeutung meiner Hypothese doch darin, dass sie zu neuen Fragen und neuen Forschungen hinführt.

Ist nun die Narkose des Nerven nur ein eigenartiger Erregungszustand, so wäre zu erwarten, dass dieselbe Veränderung des Nerven sich ausser durch Gifte auch durch den Einfluss der gewöhnlichen Reizagentien hervorrufen lasse. In dieser Richtung schritt ich nun zu weiteren Versuchen.

Zunächst wandte ich mich zu chemischen Reizungen des Nerven, und zwar zuerst mittels des typischsten Reizmittels, des Kochsalzes. Lässt man dieses auf eine mittlere Strecke eines Nerven einwirken, so treten in der bekannten Reihenfolge erst flimmernde Zuckungen, dann ausgesprochen tetanische Erscheinungen auf, schliesslich verschwindet jede Muskelaktion. Appliziert man dann elektrische Probereize an der chemisch gereizten oder an einer zentral davon gelegenen Stelle, so bleiben sie wirkungslos. Erregbarkeit und Leitungsvermögen erscheinen also aufgehoben. Wäscht man nun die veränderte Strecke mit physiologischer Kochsalzlösung, so kehrt die Funktion allmählich bis zur Norm zurück, und zwar stets durch dieselben drei Zeitstadien, wie bei der Erholung des narkotisierten Nerven. Ferner wurde in meinem Laboratorium systematisch eine ganze Reihe von Mineralsalzen, wie auch von Alkalien und organischen Säuren in der verschiedensten Konzentration zu entsprechenden Versuchen verwendet.

Digitized by Google

Es zeigte sich — abgesehen von manchen gesondert zu publizierenden interessanten Befunden — dass der Nerv durch alle diese so verschiedenen Substanzen in einen der Narkose analogen Zustand versetzt wurde. Nur einige Substanzen — gewisse Säuren, Silbernitrat — liessen den Nerven nach seiner Abspülung nicht wieder ganz zur normalen Funktion zurückkehren. Es ergab sich ferner folgende interessante Erscheinung: Auch typische Reizmittel, wie die Alkalisalze, führen, wenn sie in so schwacher Lösung einwirken, dass der Muskel völlig in Ruhe bleibt, doch, wenn sie genügend lange einwirken, einen der Narkose ganz analogen Zustand herbei. Anfangs fand sich dann nur eine Erhöhung der Erregbarkeit, analog der Wirkung der Narcotica und anderer schwacher Gifte.

Ich wandte mich dann zur thermischen Reizung. Besonders interessierte mich die Einwirkung von Temperaturen zwischen 40—45°. Bekanntlich wird ein motorischer Nerv durch eine solche Erwärmung weder gereizt, noch abgetötet (Eckhardt, Pickford, Grützner). Wenn ich nun den mittleren Teil eines Nerven auf ein Platina- oder Glasröhrchen legte und durch dieses Wasser von entsprechender Temperatur leitete, so beobachtete ich leicht alle drei Stadien der funktionellen Veränderung des Nerven. Diese Anordnung eignet sich besonders gut zur Demonstration der telephonischen Erscheinungen. In diesem Falle treten nämlich die Veränderungen in wenigen Minuten auf und es zeigt sich sehr anschaulich, wie die telephonisch nachgewiesene Veränderung der Aktionsströme des Nerven und seines stimulierenden Einflusses auf den Muskel durchaus parallel gehen.

Ich ging nun auch zu Versuchen mit dem konstanten Strome über. Wird dieser an eine Nervenstrecke angelegt, so macht er sie für einige Zeit unfähig zur Leitung der Erregung (Pflüger, Bernstein); nach der Unterbrechung des Stroms kehrt die Leitfähigkeit wieder. Also eine Analogie zu den besprochenen Erscheinungen. Auch hier findet sich vor dem Verschwinden des Leitvermögens oder vor seiner völligen Wiederkehr ein Stadium der Paradoxie. Die anderen beiden Stadien habe ich bisher nicht untersucht, aber ich habe nicht den mindesten Zweifel, dass sie hier auch bestehen. Es wird das besonders untersucht werden müssen, denn an diese Frage knüpfen sich die wichtigsten Fragen nach der Natur des Elektrotonus. Ich bemerke hier nur, dass bei einer bestimmten geringen Stromstärke es der Experimentator ganz in seiner Hand hat, das paradoxe Stadium der Leitfähigkeit beliebig lange bestehen zu lassen. Vielleicht wird dieses Verfahren ein wichtiges Hilfsmittel zur Bearbeitung gewisser Fragen der Innervation werden.

Digitized by Google

Ganz besonders aber interessierte mich als Reizagens der Induktionsstrom. Man kann ihn in gewisser Intensität bekanntlich viele Stunden lang auf den Nerven wirken lassen, ohne dass dieser Spuren von Erschöpfung erkennen lässt. Anders aber bei Applikation sehr starker Ströme. Dann verliert der Nerv in der gereizten Strecke seine Erregbarkeit und hört auf, Reize zu leiten. Gerade diese Veränderung des Nerven interessierte mich lebhaft.

Verfolgte ich die Erholung des Nerven nach der Überreizung, so fand ich, dass der Nerv immer regelmässig der Reihe nach alle drei Stadien durchläuft; es ergibt sich eine frappierende Übereinstimmung mit der Erholung des Nerven von der Narkose. Wenn ich von Zeit zu Zeit Kontrollreize im mittleren Teile der überreizten Strecke anbrachte, so begann dieselbe, wie nach der Narkose, besser auf Ströme mittlerer Intensität, als auf solche hoher Intensität zu reagieren. Oberhalb der überreizten Strecke einem normalen Nervenstücke applizierte Reize wirkten hemmend auf die Erregung der überreizten Strecke. Wenn dann die Reizung einer oben gelegenen Strecke Muskelkontraktion hervorruft, tritt das Verhalten des paradoxen Stadiums auf usw. Es blieb für die Erscheinungen gleichgültig, ob Öffnungs- und Schliessungsstösse abgeglichen wurden oder nicht.

Meine theoretischen Erwartungen wurden also vollständig und in ihrer Gesamtheit bestätigt. Alle von mir untersuchten gebräuchlichen Reizagentien rufen bei bestimmter Stärke und Dauer ihrer Einwirkung im Nerven Veränderungen hervor, welche vollkommen mit denjenigen übereinstimmen, welche in ihm durch die eigentlichen Narcotica hervorgerufen werden.

Diese Tatsache hat eine Bedeutung ersten Ranges, in ihr zeigen sich Erscheinungen verknüpft und vereinigt, welche bisher vollkommen vereinzelt standen. Die Reizmittel helfen uns zum Verständnisse der Veränderungen, welche durch Narcotica hervorgerufen werden; die Narcotica zum Verständnisse der Wirkungen, welche durch die sehr starke und langdauernde Einwirkung von Reizen herbeigeführt werden. Alle diejenigen Erscheinungen am Nerven, welche bisher als Ueberreizung, Betäubung, Paralyse, Erschöpfung bezeichnet wurden, stimmen untereinander in ihren wesentlichen Zügen und mit der Narkose überein. Ausserdem habe ich Gründe, anzunehmen, dass auch der physiologische Elektrotonus seine Analogieen in den verschiedenen Stadien der Narkose findet, dass auch er ähnlichen Gesetzen folgt, wie diese.

Sind nun diese der Narkose so ähnlichen Zustände auch mit ihr identisch? Ich kann das nicht bestimmt behaupten. Um also nicht von

Digitized by Google

Wärme-Narkose, von faradischer Narkose zu reden, um der Bezeichnung Narkose ihre Bedeutung als eines durch Narcotica hervorgerufenen Zustandes zu lassen, habe ich eine allgemeine Bezeichnung gewählt, die von der Art, wie alle die geschilderten Zustände hervorgebracht werden, absieht und ausschliesslich die übereinstimmenden Zustände bezeichnet; ich bezeichne dieselben mit dem gemeinsamen Namen der Parabiose. Wenn dieser Zustand voll entwickelt ist, so hat der Nerv seine fundamentalen Funktionen, die Erregbarkeit und das Leitungsvermögen verloren; er verhält sich wie ein abgestorbener Nerv. Er kann aber noch zur Norm zurückkehren, wenn die Einflüsse entfernt werden, die die Veränderung hervorgerufen haben. Sowohl in Phasen der Entwicklung dieses Zustandes, wie in den Phasen seiner Rückbildung muss der Nerv durch die drei von mir beschriebenen Stadien passieren. Diese Stadien charakterisieren die Parabiose. Dauert andrerseits die Parabiose sehr lange und hat ihre Ursache eine sehr hohe Intensität, so geht die Parabiose in den Tod über. Dann geht der Nerv in einem Zustande zugrunde, der der Starre des absterbenden Muskels entspricht.

Die bisher ausgeführten Untersuchungen begründen nun folgende Schlussfolgerung:

Parabiose des Nerven ist die allgemeinste Reaktion desselben auf die verschiedensten Einwirkungen, eine Reaktion, die erheblich allgemeiner ist, als sein tätiger Zustand im herkömmlichen Sinne dieses Wortes. Der tätige Zustand kann dem Auftreten der Parabiose vorausgehen, er kann aber auch fehlen. Zur Parabiose führen die verschiedenartigsten Einwirkungen, chemische wie physikalische, ehe sie den Tod des Nerven herbeiführen. Der ganze Unterschied zwischen den verschiedenen Einwirkungen besteht darin, dass einzelne derselben — Reize im gewöhnlichen Sinne — diesen Zustand nach dem Typus des Induktionsreizes hervorrufen, wobei der Nerv vorher äussere Reizeffekte auftreten lässt, während andere nach dem Typus eines allmählich wachsenden konstanten Stromes wirken, wobei äussere Effekte ganz fehlen oder nur in der Form zeitweise gesteigerter Erregbarkeit hervortreten. Derart sind wahrscheinlich alle Agentien, die den Nerven ohne Reizerscheinungen töten.

So hat die Frage nach der Narkose des Nerven zu der allgemeineren Frage nach seinem parabiotischen Zustande geführt. Wenn nun die Einwirkung der gewöhnlichen Reize auf den Nerven zu analogen, wenn nicht zu ähnlichen Veränderungen führt wie die Narkose, dann sind wir wohl berechtigt, anzunehmen, dass auch diese letztere als ein Zustand dauernder und konstanter Erregung betrachtet werden kann. Die Reize führen doch einen solchen Zustand herbei, namentlich bei anhaltender

Digitized by Google

und starker Wirkung auf den Nerven. Dass der Zustand nicht als Erschöpfung oder Ermüdung betrachtet werden kann, daran besteht mir kein Zweifel. Wenn der Nerv nach vielstündiger mittelstarker Reizung keinerlei Erschöpfung zeigt, so kann man diese noch weniger dort annehmen, wo in vielen Fällen der Einfluss des Agens sich in keinerlei äusseren Zeichen der Tätigkeit manifestiert. Schliesslich würde gegen eine solche Auffassung besonders auch der Umstand sprechen, dass der parabiotische Zustand in gewissen Fällen sehr schnell nach Entfernung der ihn hervorrufenden Faktoren aufhört, so die thermische oder die elektrotonische Parabiose. Ja auch die Parabiose chemischen Ursprungs verschwindet, wenn sie kürzere Zeit gedauert hat, ziemlich schnell nach Waschung des Nerven.

Hat man einmal das Problem der Parabiose in seiner Allgemeinheit und Bedeutung erkannt, so wird es noch verwickelter und schwerer. Die Untersuchung des eigentlichen Wesens der Parabiose stand für mich beständig auf der Tagesordnung, und ich schwankte einige Zeit, welche Richtung ich zunächst dabei einzuschlagen hätte.

Die Parabiose ist, wie ihr besonderer Fall, die Narkose, in funktioneller Beziehung ausschliesslich durch negative Merkmale charakterisiert, durch Verlust der Erregbarkeit und der Leitfähigkeit. Um so mehr müssen die Erscheinungen untersucht werden, die ihrer vollen Entwicklung vorausgehen und ihr Verschwinden begleiten.

Beim aufmerksamen Beobachten des Verschwindens der Erregbarkeit fand ich, dass man in allen Fällen von Parabiose, wenn die Punkte der Kontrollreizung dem normalen Gebiete des Nerven nicht zu nahe liegen, folgendes finden kann: anfangs sinkt die Erregbarkeit sehr langsam; aber nach einem gewissen Zeitpunkte erfährt sie auf einmal ein weiteres und sehr erhebliches Absinken. Bei näherer Untersuchung ergab sich, dass die Erregbarkeit, wie auch das Leitungsvermögen, nicht eigentlich plötzlich abnimmt, sondern auch das paradoxe Stadium durchläuft. Zu einer gewissen Zeit ergeben starke Reize keine oder nur eine Anfangszuckung, während mittelstarke Ströme noch einen ziemlich lebhaften Tetanus hervorrufen. Der in Parabiose geratene Teil des Nerven behält also am längsten die Fähigkeit, muskuläre Reaktion hervorzurufen, namentlich unter mittelstarker Faradisierung. Heisst das nun, dass stärkere Ströme, die keine Zuckung hervorrufen, auf die gereizte Nervenstrecke gar keine Wirkung mehr ausüben? Nach Analogie der übrigen Versuche wäre zu erwarten, dass sie nun einen Zustand der Hemmung hervorrufen, wie oben applizierte Reize im Stadium der Hemmung. Das ist auch der Fall: durch

Digitized by Google

Applikation solcher Reize an einem über der veränderten Nervenstrecke gelegenen Abschnitte kann man die Wirkung der Reizung aufheben, die an der unteren Hälfte dieser Strecke angreift. Vom normalen Nerven ist nichts ähnliches bekannt.

Stärkere Induktionsströme bewirken von der veränderten Strecke aus zwar keine Zuckung, aber sie bleiben nicht ohne Einwirkung, diese hat aber nicht einen positiven, sondern einen negativen Charakter. Das führt uns zu der Vermutung, dass auch die Parabiose noch ihre weiteren Schicksale hat, auch wenn die von ihr befallene Nervenstrecke ihre Erregbarkeit und Leitfähigkeit völlig eingebüsst hat.

Es muss zu diesem Ziele ein Nebenweg eingeschlagen werden, davon ausgehend, dass die Nachbarschaft der parabiotischen Strecke beim Sinken der Erregbarkeit in dieser ihrerseits eine Steigerung der Erregbarkeit erfährt. Es zeigte sich nun, dass diese Steigerung anhielt, auch wenn die parabiotische Strecke in einen ganz unveränderlichen Zustand geraten ist, so dass von ihr aus auf keinem Wege mehr der Muskel erregt werden kann. Diesen parabiotischen Nebenwirkungen musste ich um so mehr Bedeutung beimessen, als sie bei Parabiosen jeden Ursprunges auftreten, auch bei der durch faradische Überreizung hervorgerufenen. Merkwürdiger-, ja unwahrscheinlicherweise sind Punkte, die nur 5—10 Millimeter entfernt sind von einer Strecke, die durch übermässig starke Induktionsströme alle ihre Funktionalität eingebüsst zu haben scheinen, nicht nur nicht weniger, sondern sogar höher erregbar als in der Norm. Die Erscheinung ist um so merkwürdiger, als, wenn die sich erholende überreizte Nervenstrecke allmählich wieder erregbar wird, die angrenzende normale Strecke an Erregbarkeit verliert. Man sieht, wie unvollständig, ja wie naiv noch unsre heutigen Vorstellungen von der „Erschöpfung" sind. Wollten wir die eben beschriebenen Erscheinungen nach den herrschenden Vorstellungen interpretieren, so müssten wir sagen, dass bei faradischer Überreizung die gereizte Strecke erschöpft wird, dass aber die als Leitungsorgan gleichzeitig stark in Anspruch genommene Nachbarstrecke gleichzeitig an Leistungsfähigkeit gewinnt und dass dann nach Abbrechen der Tetanisierung die überreizte Strecke sich erholt, während die andere nun anfängt, sich zu „erschöpfen". Die Ungereimtheit einer solchen Auffassung liegt auf der Hand. Als Bernstein 1877 in seiner klassischen Arbeit über die Erschöpfung des Nerven schrieb, behandelte er solche Veränderungen des Nerven, wie sie durch übermässig starke Induktionsströme, Durchleiten eines starken konstanten Stroms, Bearbeitung mit Säuregemischen, mechanisches Klopfen usw. hervorgerufen werden. Wir wissen jetzt, welche komplizierten Wirkungen

Digitized by Google

durch solche Einflüsse auf den Nerven hervorgebracht werden und wie wenig sie in den allgemeinen Rahmen der Erschöpfung passen.

Ich sehe in den Nebenerscheinungen der Parabiose, die zunächst unbedeutend erscheinen mögen, nicht nur wichtige Hilfsmittel zur Befestigung und weiteren Verallgemeinerung meiner Theorie, sondern auch zum tieferen Eindringen in das Wesen der Parabiose. Sie stellen das eigentliche Korrelativ der letzteren dar und können zu ihrer weiteren Untersuchung auch dann dienen, wenn die Parabiose selbst nicht direkt der Beobachtung zugänglich ist. Diese Erscheinungen führten mich nun zu weiteren theoretischen Sätzen.

Wenn es sich zeigt, dass die unmittelbar veränderte Nervenstrecke ihre Erregbarkeit und Leitfähigkeit vollkommen eingebüsst hat, ist es möglich, durch Reizung der normalen Strecke A und Erregung von dort ausgehender Wellen die Parabiose noch zu vertiefen. Diese Wirkung tritt in keinem direkten Zeichen in die Erscheinung, kann sich aber in einer Erregbarkeitssteigerung in den Abschnitten unterhalb der parabiotischen Strecke nachweisen lassen.

Der Versuch hat die theoretische Erwartung bestätigt; Reizung der normalen oberen Strecke ergibt zeitweise Steigerung der schon gesteigerten Erregbarkeit der unteren normalen Strecke; durch elektrotonische oder andere Nebenwirkungen des Reiztroms lässt sich diese Erscheinung nicht erklären. Besonders beweiskräftig ist noch der Umstand, dass im vorausgehenden Stadium der Hemmung die Reizung der Strecke A auf den Ort unmittelbarer parabiotischer Veränderung deprimierend wirkte, während sie jetzt auf noch entferntere Strecken erregbarkeitssteigernd wirkt. So sieht meine Theorie gewisse Tatsachen voraus, und zwar solche, die auf den ersten Blick ganz unwahrscheinlich erscheinen. Die letztere Tatsache zeigt von einer anderen Seite, was schon das Hemmungsstadium zeigte, dass Reize, welche der parabiotischen Strecke aus dem normalen Gebiete zufliessen, geeignet sind, ihre Tätigkeit mit dort schon vorhandenen Veränderungen zu verschmelzen. Die weitere Folge ist nun klar; die Parabiose erscheint wieder als ein Zustand eigenartiger Erregung.

Ich erwarte nun viel für die Erkenntnis der Parabiose aus der Erforschung der auf dem von ihr ergriffenen Nervengebiete herrschenden elektrischen Erscheinungen, die ja die einzige am Nerven selbst auftretende Manifestation seiner Tätigkeit und der von ihm erfahrenen Veränderungen sind. Bis jetzt habe ich damit erst den Anfang gemacht und beschränke mich darauf, meine wesentlichsten Resultate anzudeuten.

Die parabiotische Strecke verhält sich immer *negativ* zu den normalen Strecken. Leitet man von der Mitte der parabiotischen Strecke und von

Digitized by Google

irgend einem normalen Punkte zum Galvanometer ab, so zeigt sich ein durchaus mit den Demarkationsströmen übereinstimmender Strom, von vielleicht etwas geringerer Intensität. Wie jene, erfährt der *parabiotische* Strom eine negative Schwankung, wenn irgend ein entfernter Punkt des Nerven gereizt wird. Ich will in die Frage von der theoretischen Bedeutung dieser Tatsache hier nicht weiter eindringen, sondern nur noch einige hergehörige Tatsachen anführen.

Da wir den parabiotischen Strom ableiten können, ohne einen Querschnitt anzulegen oder den Nerven vom Muskel zu trennen, so können wir an ihm folgende merkwürdige Tatsachen konstatieren. Wenn der parabiotische Strom einen gewissen Wert erreicht, so fängt die veränderte Strecke wieder an, Erregungen von höheren Stellen bis zum Eintritte von Muskelzuckung zu vermitteln. Mit anderen Worten: um leitungsfähig zu werden, muss die veränderte Strecke einen bestimmten Grad von Negativität erreichen; so lange diese noch gering ist oder bei der Erholung wieder gering wird, ist die Strecke durchgängig (transformatorisches und paradoxes Stadium). Der so abgesunkene Nervenstrom erfährt auch eine geringere negative Schwankung bei Reizung oberer normaler Punkte. In gewissen Phasen der Veränderung erhalten wir bei Reizung statt einer negativen eine positive Schwankung; das tritt so regelmässig ein, dass jede zufällige Ursache der Erscheinung ausgeschlossen ist.

Ferner: ehe der Nerv zur Norm zurückgekehrt, zeigt die veränderte Strecke positives Verhalten zu normalen Nervenstellen; deshalb hat der von ihr abgeleitete Strom die umgekehrte Richtung wie während der Parabiose. Dasselbe zeigt sich zu Beginn der Veränderung; ich nenne diesen Strom deshalb den *prodromalen*. Darin liegt auch ein Hinweis auf die Interpretion gewisser älterer elektrophysiologischer Beobachtungen, die bisher unverstanden geblieben sind.

Aus diesen meinen nur vorläufigen Ergebnissen ersieht man, welches wichtige Gebiet hier für die Elektrophysiologie und besonders für die Kenntnis der Parabiose gegeben ist.

Die parabiotischen Erscheinungen führen zu der Frage, inwieweit diese Beobachtungen für andere reizbare Gebilde, namentlich aber für andere Elemente des Nervensystems wichtig sind.

Ich wandte meine Aufmerksamkeit nun besonders den Endorganen der motorischen Nerven zu und zwar aus folgendem Grunde.

Schon vor 15 Jahren fand ich, dass bei Reizung des Nerven mit kräftigen und ziemlich frequenten Induktionsstössen (100 p. Sek.) der

Digitized by Google

Muskel bald aus starkem Tetanus in Erschlaffung gerät; diese letztere geht wieder in deutlichen Tetanus über, wenn die Reizung mit einer bestimmten geringeren Intensität einsetzt (optinum); umgekehrt weicht der Tetanus wieder der Erschlaffung des Muskels, sobald der Reiz wächst (pessimum).

Die weitere Analyse zeigte mir, dass diese Erscheinung auf Eigentümlichkeiten, namentlich der Nervenendigung zurückzuführen ist; diese wird durch hinreichend starke und frequente Erregungswellen bald in einen Zustand der Hemmung versetzt. Die vergleichende Untersuchung des Erregungsrhythmus am Nerven, am vom Nerven aus tetanisierten und am direkt (unter Curare) erregten Muskel hatten mich nun zu dem Schlusse geführt, dass der beweglichste Apparat unter diesen — d. h. derjenige, der befähigt ist, die höchste Reizfrequenz zu leiten — der Nerv ist; der wenigst bewegliche die Nervenendigung. Das nannte ich das Gesetz der „relativen Beweglichkeit der irritablen Gebilde."

Kombiniere ich alle diese Tatsachen, so muss ich sagen: diejenigen Veränderungen in den funktionellen Eigentümlichkeiten der Nervenfaser, welche in ihr durch starke Einwirkungen hervorgerufen werden, wie Gifte, Überreizung, thermische Insulte, diese Veränderungen werden in der Endplatte schon durch rein physiologische Momente hervorgerufen, nämlich durch starke und frequente Impulse, die ihr von der Nervenfaser aus zugehen.

Die neuen Untersuchungen ergeben zusammen mit älteren Resultaten eine scharfe Beleuchtung fundamentaler Eigenschaften des Nervengewebes.

Ich musste mir nun die Frage stellen: wenn die motorische Platte ihre physiologischen Eigenschaften unter dem Einfluss gewisser abnormer Bedingungen verliert, vollzieht sich dann dieser Prozess auch, wie beim Nerven, in drei charakteristischen Stadien?

Ich untersuchte nun die beiden typischsten Agentien, die Anämie und das Kurare.

(Schluss folgt.)

II.

Die Wärmestrahlung, ihre Gesetze und ihre Wirkungen.

Von Dr. **Fritz Frankenhäuser.**

(Schluss.)

In der Tat liegt nach den Untersuchungen von Langley das Maximum des Gitterspektrums der Sonne, bolometrisch gemessen, breit und hoch im Bereiche des sichtbaren Spektrums, während die Maxima der meisten irdischen Wärmequellen bei weitem mehr im Gebiete grösserer Wellenlängen, im ultraroten liegen (59). Die Grenze des Sonnenspektrums

Digitized by Google

auf der Seite der kurzwelligen Strahlen liegt aber schon bei 0,0003 mm, während wir die Strahlung gewisser irdischer Strahlungsquellen beträchtlich weiter, etwa bis zur Wellenlänge von 0,0001 mm, verfolgen können.

Die Erklärung für diese auffallende Erscheinung liegt darin, dass die Sonnenstrahlung nicht unverändert, sondern durch die atmosphärische Absorption geschwächt, die Erde erreicht. Und es scheint, dass die Atmosphäre alle Strahlen von einer geringeren Wellenlänge als 0,000297 mm vollständig absorbiert (60).

Aus diesen Eigenschaften erklären sich manche Besonderheiten in der Wirkung der Sonnenstrahlung im Vergleich mit anderen Strahlungen, auf die wir noch zurückkommen werden.

Anhangsweise sei erwähnt, dass es Langley gelungen ist (61) auch das Emissionsspektrum, also die eigene Ausstrahlung des Mondes, genau aufzunehmen. Bei der Wellenlänge von 0,014 mm hat die Mondstrahlung ihr Maximum, während ein Lesliescher Würfel von 100° es bei 0,008 mm hat. Dieses Maximum entspricht einer Temperatur des Mondes zwischen —20° und 0° C.

36. Das Spektrum irdischer Wärmequellen.

Gase und Dämpfe geben ebenso wie im Gebiete der sichtbaren, so auch in dem der unsichtbaren Strahlung ein Linienspektrum oder ein Bandenspektrum (62). Als praktisch wirksam kann diese dürftige Strahlung wenig in Betracht hommen, wenn sie auch für die Theorie der Spektralanalyse interessant ist. In dieses Gebiet gehören auch die Flammen, solange sie nur aus Gasen und Dämpfen bestehen, wie die Wasserstoffflamme, die dunkle Flamme des Bunsenbrenners. Trotz ihrer hohen Temperatur besitzen sie ein ausserordentlich geringes Strahlungsvermögen.

Dies Verhalten ändert sich jedoch, sobald die Flamme feste Kohlenpartikelchen enthält, wie die Flamme unserer üblichen Beleuchtungskörper, der Stearinkerze, der Petroleumlampe, der Gaslampen. Zu dem schwachen Linien-Spektrum der heissen Verbrennungsgase tritt dann das kräftige kontinuierliche Spektrum des Kohlenstoftes hinzu und überwiegt das erstere vollkommen. Für das Auge macht sich dieser Vorgang dadurch bemerkbar, dass eine solche Flamme ein helles Licht aussendet. Aber im ultraroten Teil nimmt dabei die Strahlung ganz in demselben Masse zu. Aus diesem Grunde zeigt z. B. die leuchtende Flamme eines Bunsenbrenners eine beträchtliche stärkere Wärmestrahlung als die nichtleuchtende Flamme desselben Brenners trotz der höheren Temperatur der letzteren. Ähnliche Verhältnisse zeigt die Ausstrahlung fester glühender Kohle, wie z. B. bei der elektrischen Glühlichtlampe.

Digitized by Google

Eine starke Ausdehnung nach der ultravioletten Seite des Spektrums zeigt die Ausstrahlung dieser Wärmequellen nicht wegen ihrer verhältnismässig geringer Temperatur (etwa 2000—2300° C.).

Ganz andere Verhältnisse zeigt das elektrische Bogenlicht, dessen Temperatur auf etwa 4—5000° C. zu bewerten ist. Es ist wohl dasjenige irdische Licht, welches dem Sonnenlicht am nächsten kommt. Doch enthält es einerseits weit mehr dunkle Wärmestrahlen im Verhältnis zum sichtbaren Spehtrum als das Sonnenlicht, andererseits liegt sein Maximum der Intensität, bolometrisch gemessen, nicht im Ultrarot, wie das der meisten anderen irdischen Wärmequellen, auch nicht im sichtbaren Spektrum, wie das bei der Sonne der Fall ist, sondern im Ultraviolett. Auch erstreckt sich das Bogenlichtspektrum viel weiter ins Ultraviolett hinein, wie das der Sonne.

Der erstere Umstand, das Überwiegen der ultraroten Strahlen im Vergleich zur Sonnenstrahlung erklärt sich daraus, dass dem Bogenlicht eine niedrigere Temperatur zusteht als der Sonne; der zweite Umstand, das Maximum im Ultraviolett, erklärt sich daraus, dass das Bogenlicht nicht wie das Sonnenlicht durch atmosphärische Absorption (60) geschwächt ist. Bekämen wir das Sonnenlicht ohne atmosphärische Absorption, so würde es voraussichtlich das Bogenlicht im ultravioletten Gebiete bei weitem übertreffen (63). Noch weiter ins Ultraviolette hinein reicht das Spektrum des zwischen Metallelektroden überschlagenden elektrischen Funkens, welchem eine ausserordentlich hohe Temperatur zukommt.

Langleys Versuche (64) ergaben, dass das Maximum der Strahlung und die äusserste Grenze des Spektrums sich immer mehr nach dem äussersten Ultrarot hin zurückzieht, je tiefer die Temperatur der strahlenden Körper ist.

So ergaben sich nach den Versuchen Langleys (65) die Maxima der vom Russ, unserem besten Strahler, ausgestrahlten Wärme bei verschiedenen Temperaturen wie folgt.

Temperatur des Russes	Maximum der Strahlung bei der Wellenlänge von
815° C.	0,00353 mm
525 „	0,00425 „
330 „	0,00412 „
300 „	0,00561 „
179 „	0,00620 „
100 „	0,00655 „
40 „	0,00785 „
—0,2 „	0,00900 „

Digitized by Google

Dabei wird natürlich die Intensitätskurve immer flacher. Aber auch noch von Körpern, deren Temperatur unter 0° C. war, gelang es, Intensitätskurven zu gewinnen, eben so gut, wie von dem heissesten strahlenden Körper der Sonne.

III. Die Wirkungen der Wärmestrahlung auf den menschlichen Organismus.

37. Die Bedingungen, unter welchen die Wärmestrahlung auf den menschlichen Organismus wirkt.

Unter normalen Verhältnissen spielt der Wärmeaustausch durch Strahlung für den menschlichen Körper eine bedeutende Rolle. Denken wir uns einen Menschen in einem geschlossenen Raume stehend, dessen Begrenzungsflächen aus irgend einem homogenen Stoffe bestehen (etwa Tapete), dessen Temperatur gleich der Lufttemperatur ist, so findet durch die diathermane Luft hindurch ein Wärmeaustausch zwischen Körperoberfläche und der Innenfläche des Raumes statt. Unter diesen Bedingungen erhält der menschliche Körper von der Fläche des Raumes eine Menge Q_1 Wärme zugestrahlt, welche nach dem Stefanschen Gesetze (s. o.) proportional der 4. Potenz der Temperatur multipliziert mit dem spezifischen Strahlungsvermögen σ_1 dieser Fläche ist, also $Q_1 = \sigma_1 T_1^4$. Der menschliche Körper seinerseits strahlt den Flächen die Menge $Q = \sigma T^4$ zu, wenn wir als σ sein spezifisches Strahlungsvermögen, als T seine Temperatur bezeichnen. Die Bilanz dieses Wärmeaustausches ist also $Q - Q_1 = \sigma T^4 - \sigma_1 T_1^4$.

Ist $Q = Q_1$, so erhält der menschliche Körper eben so viel Wärme zugestrahlt, als er ausstrahlt. Ist $Q < Q_1$, so erhält er mehr Wärme, als er ausstrahlt; ist $Q > Q_1$, so strahlt er mehr Wärme aus, als er erhält. Praktisch kommt dies Verhalten auf dasselbe hinaus — und es wird auch meist sprachlich so ausgedrückt — dass der menschliche Körper an die Körper seiner Umgebung Wärme ausstrahlt, welche eine niedrigere Strahlungstemperatur haben, dass er von den Körpern bestrahlt wird, welche eine höhere Strahlungstemperatur haben, als er selbst. Die Luft spielt wegen ihres geringen Strahlungs- und Absorptionsvermögens hierbei eine sehr geringe Rolle. Sie ist eben sehr diatherman und lässt die Strahlungen allseitig ziemlich unverändert durchgehen.

Die natürlichen Strahlungsverhältnisse, denen der menschliche Körper für gewöhnlich ausgesetzt ist, sind allerdings weniger einfach. Einerseits sind die Flächen, deren Strahlung er ausgesetzt ist, nicht gleichmässig, sondern zusammengesetzt aus sehr vielen Elementen, welche nach Strahlungsvermögen, Temperatur, Flächeninhalt und Entfernung sich sehr

Digitized by Google

verschiedenartig verhalten. Die Strahlungswärmebilanz des Körpers kann daher für verschiedene Stellen der Körperoberfläche sehr verschieden ausfallen. Anderseits ist der Körper für gewöhnlich grösstenteils von Kleidern umhüllt. Für diese bedeckten Teile kommt daher praktisch die Strahlung der Kleideroberfläche in Betracht.

Für die Wirkung dieser Strahlungsvorgänge auf den menschlichen Körper kommt aber nicht nur die absolute Menge der betätigten Strahlungen, sondern auch ihre qualitative Zusammensetzung in Betracht. Wir kennen nun annähernd das quantitative Strahlungsvermögen der Haut und der Bekleidungsstoffe und wissen, dass dieses ein sehr grosses ist: wir wissen auch, dass das Absorptionsvermögen derselben, welches nach dem Kirchhoffschen Gesetze dem Strahlungsvermögen proportional ist, ebenfalls sehr gross ist.

Es muss nun möglich sein, das Wärmespektrum dieser Strahlung ebenso aufzunehmen und in seinen einzelnen Teilbezirken zu messen, wie dies bei anderen Strahlungen geschehen ist. Wir würden voraussichtlich ebenso Maxima und Minima des Spektrums erhalten, wie sie sich bei allen anderen Spektren finden. Und hieraus würden wir wichtige Aufschlüsse darüber erhalten, für welche Strahlen die betreffenden Flächen ein grosses, für welche sie ein geringes Strahlungs- und Absorptionvermögen besitzen (selektive Absorption). Auf demselben Wege könnte es gelingen, festzustellen, welche Strahlen vorzugsweise von der Oberfläche reflektiert werden (selektive Reflexion).

Leider stehen uns derartige zusammenfassende Messungen zurzeit noch nicht zur Verfügung. Wohl aber sprechen einzelne Beobachtungen, auf welche wir noch zurückkommen werden, dafür, dass tatsächlich solche selektive Vorgänge bei der Wirkung der Strahlungen auf den menschlichen Körper eine wesentliche Rolle spielen.

Wenn auch aus den vorstehenden Ausführungen hervorgeht, dass der menschliche Körper mit seiner Umgebung immer in wechselseitiger Beziehung der Strahlung steht, so ist es doch zweckmässig, diese Vorgänge einzuteilen in solche, bei welchen der menschliche Körper vorwiegend Wärmestrahlung abgibt und in solche, bei welchen er vorwiegend Wärmestrahlung aufnimmt.

38. Der menschliche Körper als Strahler.

Da der menschliche Körper durch seine Eigenwärme eine Temperatur hat, welche die Lufttemperatur in der Regel erheblich übersteigt, ein grosser Teil der Aussenwelt aber, mit welcher er in Wärmestrahlungsaustausch

Digitized by Google

steht, annähernd die Lufttemperatur hat, so verliert er fortwährend erhebliche Wärmemengen durch Strahlung.

Diese Wärmemenge genau festzustellen, stösst auf die grössten Schwierigkeiten; sie ändert sich zweifellos ganz bedeutend unter verschiedenen Bedingungen. Rubner (66) hat sie annähernd für bestimmte Fälle berechnet. Der Gang dieser Berechnung sei hier kurz dargestellt. Er berechnete die ausstrahlende Kleideroberfläche seiner Versuchspersonen auf 18804 qcm. Die Luft hatte 17,5 °, die Kleidung 22,9 °, sonach Überschuss 5,4 ° C. Für den Anzug (Sommerkammgarn) hatte er als Ausstrahlungskoëffizienten (67) 4,11 Kal. pro 1 qm und pro 1 Std. gefunden, woraus sich als Gesamtstrahlung ableitet

$$4{,}11 \times 5{,}4 \cdot 1{,}88 = 41{,}72 \text{ Kal.}$$

Behaart waren etwa 600 qcm. Der Wärmeverlust von dieser Stelle wurde wie der der bekleideten berechnet und mit 1,33 Kal. in Anrechnung gebracht.

Die unbehaarten Stellen massen 1200 qcm, die Temperaturdifferenz zwischen Haut und Luft betrug 12,5 ° C. „Das spezifische Strahlungsvermögen der Haut unterscheidet sich nur wenig von den Kleidungsstoffen und steht den glatteren derselben, zu welchen auch die Kammgarne gehören, nahe. Man hat sonach $12{,}5 \times 4{,}11 \times 0{,}12 = 6{,}15$ Kal. als Strahlung für die nackte Stelle pro Stunde. Die Summe der ganzen Strahlung beträgt demnach 49,2 Kal. pro Stunde = 1181 Kal. pro Tag."

Die gesamte Wärmebilanz für den gegebenen Fall berechnet nun Rubner wie folgt:

Wärmeabgabe durch	Absolut in Kal.	an % der Gesamtwärme
Atmung	35	1,29
Arbeit	51	1,88
Erwärmung der Kost	42	1,55
Wasserverdunstung	558	20,66
Leitung	833	30,85
Strahlung	1181	43,74

„Die Strahlung macht demnach den wesentlichsten Teil des Wärmeverlustes bei Personen aus, welche sich in annähernd ruhiger Luft bei 17,5 ° befinden."

Wir sehen daraus, dass die Strahlungsverhältnisse von einzigartigem Einflusse auf den Wärmehaushalt des Menschen sind, und dass alle Faktoren, welche die ersteren beeinflussen, auch den letzteren beeinflussen müssen.

Digitized by Google

Bei der grossen Rolle, welche bei diesen Strahlungsvorgängen die Kleidung spielt, sind die Untersuchungen über das Strahlungsvermögen der Kleidungsstoffe (68, 69), welche wir ebenfalls Rubner verdanken, von hohem Werte.

Nach Rubners Ermittelungen verhalten sich die Strahlungsvermögen verschiedener Kleidungsstoffe, bezogen auf das Strahlungsvermögen von Russ = 100, wie folgt:

Russ	100	Gewaschene Baumwolle	102,2
Glänzender Seidenstoff	83,3	Wollflanell	108,7
Appretierte Baumwolle	87,7	Trikotseide	109,9
Waschleder	95,5	Trikotbaumwolle	109,9
Sommerkammgarn	98,7	Trikotwolle	109,9

Es wird auffallen, dass die zuletzt genannten 5 Stoffe ein grösseres Strahlungsvermögen ergaben, als selbst Russ, der doch als ein nahezu idealer Strahler gilt. Der Befund erklärt sich jedoch ganz einfach daraus, dass die betreffenden Stoffe infolge ihrer Rauheit eine ganz bedeutend grössere Oberfläche haben als eine Russfläche von gleicher Ausmessung. Aber gerade aus demselben Grunde sind auch diese Stoffe für die Wärmeabfuhr des menschlichen Körpers von grösstem Einflusse. Der bekleidete Mensch wird daher auf die Strahlungsverhältnisse in seiner Umgebung sehr lebhaft reagieren.

Nun sind ja die Gegenstände unserer Umgebung keineswegs mit der Lufttemperatur immer ausgeglichen. So vermögen z. B. durchkältete oder feuchte, durch Verdunstung kühl bleibende Mauern, ebenso im Winter die kalten Fenster eine erhebliche Einbusse an strahlender Wärme an denjenigen Körperstellen zu veranlassen, welche ihnen zugekehrt sind. Die dazwischen liegende Luft vermag diesen Verlust nicht zu verhindern, auch wenn sie warm ist, denn sie ist ja für die Wärmestrahlung höchst durchlässig, diatherman. Und so tritt der eigentümliche Fall ein, dass der menschliche Körper auch in warmer Luft unter Umständen sehr empfindliche Wärmeverluste erleidet.

Ein besonderer Fall solchen Wärmeverlustes tritt in klaren Nächten beim Lagern im Freien ein. Unter diesen Umständen fällt die erwärmende Wirkung der Sonnenstrahlung weg, die Fläche der Körper strahlt auch nicht gegen Wolken, sondern gegen den leeren Himmelsraum, dessen Temperatur ausserordentlich niedrig sein muss. Es tritt daher selbst bei warmer Luft grosse Abkühlung ein. Der allen Lebewesen eigene Instinkt, nachts irgend ein schützendes Dach aufzusuchen, ist daher wohl begründet.

Digitized by Google

39. Der menschliche Körper als Empfänger von Wärmestrahlung.

Unter den Wärmequellen, welche unserem Körper durch Strahlung einen Überschuss an Wärme zuzuführen vermögen, spielt die Sonne die weitaus wichtigste Rolle. Ihr Einfluss ist ein doppelter. Denn erstens wirkt die Strahlung der Sonne direkt mit grosser Energie ein, zweitens ist sie die Schöpferin nahezu aller Wärme auf der Erde, indem die Temperatur der Luft, des Wassers, der Erde fast ausschliesslich das Ergebnis absorbierter Sonnenstrahlung ist. Es ist hier nicht der Ort, diesen indirekten Einfluss der Sonnenstrahlung weiter zu verfolgen. Er bildet einen wesentlichen Inhalt der Meteorologie und der Klimatologie. Wir müssen uns mit der Betrachtung der direkten Wirkung der Sonnenstrahlung und der von ihr hervorgerufenen terrestrischen Strahlung auf den menschlichen Körper begnügen.

Es ist sehr schwer, ein absolutes Mass für die Wirkung der Sonnenstrahlung auf den menschlichen Körper zu gewinnen. Wir haben früher (s. o.) gesehen, dass die Messungen von Wärmestrahlung überhaupt nur relative Werte ergeben können, die immer nur für ein und dieselbe Messmethode Gültigkeit haben. Nun hat man mittels des Pouilletschen Pyrheliometers (69a) festgestellt, wieviele Kalorien die Sonnenstrahlung in der Zeiteinheit einer berussten Silberfläche von bestimmter Grösse unter bestimmten Bedingungen zuschickte. Diese Methode ist sehr wohl geeignet, die Einflüsse festzustellen, welche die Dicke und Beschaffenheit der Atmosphäre auf die von der Sonne ausgestrahlte Wärme ausüben. Auch das Strahlungsthermometer und vor allem das Langleysche Bolometer (s. o.) sind für derartige meteorologische Untersuchungen mit Erfolg verwendet worden. Das letztere bietet noch den grossen Vorteil, dass es nicht nur über die Menge, sondern auch über die qualitative Zusammensetzung der Strahlung uns Aufschluss gibt, also über die Intensität der Strahlung in den verschiedenen Bezirken des Wärmespektrums. Und das sind Angaben, welche auch für die physiologische Einschätzung der Sonnenstrahlung und der Wärmestrahlungen überhaupt von grossem Werte sein können. Aber über die Wirkung der Strahlung auf den menschlichen Körper geben uns alle diese Methoden keinen genügenden Aufschluss. Das zulässige Messinstrument für diesen Einfluss ist einzig und allein der unbekleidete und bekleidete menschliche Körper selbst.

Der menschliche Körper ist aber infolge seines komplizierten Baues und seiner komplizierten Funktionen ein sehr unvollkommener Messapparat. Trotzdem besitzen wir schon einige grundlegende Messungen

Digitized by Google

auf dieser Grundlage. Eine wichtige Reihe solcher Messungen verdanken wir wiederum Rubner und seiner Schule (70).

Unter den Reaktionen des menschlichen Körpers auf Wärmestrahlung überhaupt kann man subjektive, also solche, welche nur auf die Empfindung wirken, unterscheiden von objektiven, also von solchen, welche äusserlich wahrnehmbare Wirkungen haben.

Unser Gefühl für Wärmestrahlung ist nun sehr gering. Vergleicht man die Empfindlichkeit des Auges für leuchtende Wärmestrahlung mit der Empfindlichkeit unserer Haut für Wärmestrahlung im allgemeinen, so ergibt sich nach Rubner (71), dass unser Wärmegefühl 105 milliardenfach geringer ist als die Empfindlichkeit unseres Auges.

Trotzdem reicht diese Empfindlichkeit aus, um Strahlungsvorgänge, welche unseren Wärmehaushalt wesentlich beeinflussen können, zu empfinden. Nach Rubners Angaben verliert beispielsweise unter mittleren Verhältnissen der menschliche Körper pro qcm und Minute ungefähr 0,045 grkal Wärme. Nach Untersuchungen desselben Autors genügen nun 0,035 grkal zugestrahlte Wärme pro qcm und Minute, um Wärme wahrzunehmen. Doch ist diese Wahrnehmbarkeit von der Hauttemperatur abhängig. Bei wärmerer Haut fühlt man den Temperaturzuwachs etwas schneller. 0,1—0,2 grkal pro qcm und Minute nennen wir sehr warm, 0,3—0,4 heiss, die letztere Erwärmung ist auf die Dauer unerträglich. Wenn uns strahlende Wärme trifft, so wird die Haut wärmer, schon einen Zuwachs von 0,4° fühlt man, eine Zunahme von 1,1° ist störend und lästig (70.) Diese Resultate sind mit Heizkörpern (Argand- und Auerbrennern) gewonnen.

Es ist jedoch nicht zulässig, solche mit einer bestimmten Strahlungsquelle gewonnene Resultate zu verallgemeinern, denn für die Wirkung auf den menschlichen Körper kommt eben nicht nur der mit den physikalischen Messinstrumenten festgestellte Kalorienwert der Strahlung in Betracht, sondern ganz wesentlich auch ihre qualitative Zusammensetzung.

Für die Wirkung der Sonne, deren Strahlungsmaximum weit mehr nach der Seite der kurzwelligen Strahlen gelegen ist, als das der irdischen Wärmequellen, ergaben sich Rubner daher ganz andere Resultate (72). Nach diesen Untersuchungen wirft die Sonne selbst im Herbst noch Wärmemengen von 1,0 grkal pro qcm und Minute auf die Haut, also relativ enorme Wärmemengen. Trotzdem werden diese Strahlen von den Menschen besser vertragen als die Wärmestrahlen irdischer Wärmequellen. Rubner hat gefunden, dass unsere Haut für die kurzwelligen Strahlen, welche man als Licht bezeichnet, bei gleichem Wärmewert keineswegs so empfindlich ist wie für dunkele Wärmestrahlen. Wenn er die Strahlen

Digitized by Google

eines Bogenlichtes durch eine Wasserschicht gehen lässt, welche die dunklen Strahlen grösstenteils zurückhielt und sie dann auf die Gesichtshaut wirken liess, so wurde die Versuchsperson weiter gar nicht dadurch belästigt, obschon dabei 0,55—0,74 grkal die Haut trafen.

Diese abweichenden Resultate hängen offenbar mit der selektiven Absorption der verschiedenen Bestandteile des lebenden Gewebes zusammen. Die Wärmestrahlen verschiedener Wellenlängen werden ganz verschieden von den einzelnen Bestandteilen des lebenden Gewebes absorbiert. Sie wirken deswegen auch verschieden. Für die ultravioletten Strahlen (72a) besitzen die Elemente der Epidermis, der Cutis und die Eiweissstoffe des Serums ein ganz bedeutendes Absorptionsvermögen, so dass wenig davon in das Innere des Körpers einzudringen vermag. Für die leuchtenden Wärmestrahlen besitzt das gesammte Gewebe und besonders die Haut eine ziemlich beträchtliche Diaphanie, wie der Augenschein ohne weiteres lehrt, so dass sie in beträchtliche Tiefen des Körpers einzudringen vermögen. Nur werden durch die bekannte spezifische Färbung des Hämoglobins die Strahlen zwischen D und E des Spektrums im Blute stark absorbiert. Bei dem sehr hohen Gehalt der Sonnenstrahlung an leuchtenden Strahlen ist diese Durchlässigkeit von grosser Bedeutung. Denn wahrscheinlich sind darauf die tiefgreifenden Wirkungen der Sonne auf den ungeschützten Körper und insbesondere die Erscheinungen des Sonnenstiches zurückzuführen. Sehr interessante Untersuchungen hat hierüber P. Schmidt angestellt (73). Dieselben ergaben, dass die Schädeldecke in ihrer gesamten Dicke inklusive einer dünnen Haarschicht durchgängig für die Strahlung sei und dass die Blutzirkulation dabei zu vernachlässigen sei. Die Gehirnsubstanz sei aber weniger diatherman, als die übrigen Gewebe. Dadurch würde eine Wirkung der Strahlung gerade aufs Gehirn infolge starker Absorption gefördert. Hochgradig anämisches Blut ergab sich als unverhältnismässig viel mehr diatherman, als solches von geringer Anämie. Als Strahlungsquelle diente eine Nernstlampe.

Die ultraroten Strahlen werden dagegen von dem Wasser des menschlichen Körpers sehr stark absorbiert, so dass diese auch nicht in beträchtliche Tiefen des feuchten Gewebes eindringen können.

Über die objektiven Wirkungen der Strahlung hat wiederum Rubner mit seiner Schule wichtige Untersuchungen angestellt (74). Dieselben ergaben, dass bei Tieren die Wärmeregulation durch einen Überschuss von 18° C. der Sonnentemperatur (welche durch ein Strahlungsthermometer gemessen wurde) über die Lufttemperatur eben so beeinflusst werde, wie durch ein Steigen dieser Lufttemperatur von 25° auf 33,5°,

Digitized by Google

das ist um 8,5° C. Im vollkommenen Einklang mit diesen Ergebnissen bei Tieren fand Wolpert (75): „Die Wirkung der Besonnung auf den Gaswechsel der Menschen äussert sich darin, dass die wärmende Wirkung der Sonne in einer dem Steigen der Lufttemperatur gleichwertigen Weise. nach Massgabe der Hälfte des Temperaturüberschusses der Sonnen- über die Schattentemperatur, zutage tritt". Es kann also auch bei relativ niedriger Lufttemperatur dem Körper durch Strahlung eine grosse Menge Wärme zugeführt werden.

Beim bekleideten Menschen hat die Wärmestrahlung noch einen weiteren indirekten Erfolg, den ebenfalls Wolpert (76) feststellte. Er fand, dass die Kleiderluft in der Sonne, solange man nicht stark schwitzt, fast stets eine erheblich niedrigere relative Feuchtigkeit und ein erheblich niedrigeres Sättigungsdefizit als beim Aufenthalt im Schatten zeigt, woraus hervorgeht, dass in der Sonne die Verdunstung unter den Kleidern erheblich erleichtert ist. Bei dem hohen Gehalt der Sonnenstrahlen an leuchtenden Wärmestrahlen kommt der Farbe der Kleidungsstoffe ein grosser Einfluss zu (77). Dunkle Stoffe absorbieren viel mehr Sonnenwärme, als helle. Bei der Absorption dunkler Strahlung spielt die Farbe der Stroffe aber keine Rolle.

Wir sehen also, dass die Strahlung einen sehr grossen Einfluss auf den menschlichen Körper besitzt. Unsere Kennntnisse über diesen Einfluss sind allerdings noch Stückwerk. Und so entbehren auch noch die therapeutischen Anwendungen der Wärmestrahlung, welchen wir uns jetzt zuwenden wollen, der einheitlichen und sicheren Grundlage.

40. Über die therapeutisch verwendeten Wärmestrahlungen.

Für eine rationelle Verwendung der Strahlungsvorgänge in der Therapie ist es von allergrösster Wichtigkeit, dass man sich über die eigentümlichen Gesetze, welchen die Strahlung unterworfen ist, vollkommen im klaren ist. Eine künstliche Vermehrung der Ausstrahlung des menschlichen Körpers zu therapeutischen Zwecken hat unseres Wissens bisher noch keine bewusste Anwendung gefunden. Wir können uns daher im folgenden darauf beschränken, uns mit künstlich vermehrter Zustrahlung zu therapeutischen Zwecken zu beschäftigen.

Bei der Beurteilung dieser Zustrahlungen dürfen wir niemals vergessen, dass sie ein Gemisch verschiedenartiger Strahlen darstellen. Es kommt daher für uns nicht nur die Mächtigkeit der Zustrahlung als Ganzes in Betracht, ihr Kalorienwert, sondern auch der Anteil, welchen die einzelnen Komponenten der Strahlung daran haben. Denn jede Strahlung wirkt direkt nur an der Stelle, wo sie absorbiert ist, und

Digitized by Google

das Absorptionsvermögen der Gewebsteile für verschiedene Strahlungen ist ein sehr verschiedenes. Von diesem Gesichtspunkte aus müssen wir uns sagen, dass es einerseits unzweckmässig ist, die Betrachtung der Lichtstrahlung von derjenigen der ultraroten und der ultravioletten Strahlung prinzipiell abzutrennen. Anderseits müssen wir uns aber auch wieder sagen, dass ebenso wie in dem verhältnismässig sehr kleinen Gebiete der sichtbaren Wärmestrahlung sich schon deutliche Unterschiede in der Absorption und Wirksamkeit zeigen, noch viel mehr in dem grossen Gebiete der gesamten Wärmestrahlung Unterschiede bestehen werden, welche wir z. Z. noch nicht genügend kennen. Erfahrungen, welche wir mit einer bestimmten Wärmequelle machen, dürfen wir daher nicht auf andere Wärmequellen anwenden.

Die hervorragendste Rolle unter den therapeutisch angewendeten Wärmequellen spielt die Sonne. Als die eigentliche natürliche Wärmequelle hat sie schon von alters her Verwendung zu Heilzwecken gefunden (78) und die eigenartige Qualität ihrer Strahlung, insbesondere der hohe Betrag an leuchtenden Wärmestrahlen, geben ihr noch weiter eine einzigartige Stellung unter allen Strahlungsquellen. Sie ist eine der wichtigsten Faktoren eines Klimas. Rubner bezeichnet (79) den Sonnenschein als „die Grundlage für die Ausnutzbarkeit eines Klimas für therapeutische Zwecke". Wenn man berücksichtigt, dass die Strahlung den wichtigsten Faktor des menschlichen Wärmehaushaltes bildet und dass die Sonnenstrahlung einen ganz ausserordentlich hohen Betrag erreicht (s. o.), so wird man das ohne weiteres verstehen.

Ganz besonders einflussreich ist der Sonnenschein beim Höhenklima. Dort erreicht die Strahlungswärme der Sonne die höchsten Grade. So fand Frankland beispielsweise, dass auf dem Bernina-Hospiz bei einer Schattentemperatur von 19,10 das Strahlungsthermometer 46,4° C. zeigte. Cayley sah in Leh (Tibet) in Höhe von 3500 m bei einer Schattentemperatur von 23,9° das Schwarzkugelthermometer in der Sonne auf 101,7° C. steigen! Da, wie wir oben gesehen haben, nach Wolpert die Sonnentemperatur auf den Gaswechsel der Menschen wirkt, wie eine Erhöhung der Lufttemperatur um die halbe Differenz zwischen Luft- und Strahlungstemperatur, so ergeben sich in diesen Höhen ganz gewaltige Einflüsse. Neben dieser Wärmewirkung kommen aber auch wohl noch andere Wirkungen der Sonnenstrahlung therapeutisch in Betracht, die wir noch nicht genügend übersehen. Bekannt ist die reaktive Bräunung und anhaltende Hyperämisierung der Haut, welche vorwiegend durch die kurzwelligen, leuchtenden und ultravioletten Strahlen verursacht wird (80).

Digitized by Google

Wegen ihrer hautreizenden und ihrer bakteriziden Wirkung sind die letzteren Strahlen von Finsen zu seiner bekannten Lupus-Therapie verwendet worden. Da die Verwendung der Sonnenstrahlen mit allerlei naheliegenden Schwierigkeiten verbunden ist, hat man auch verschiedene Arten von konzentrischem Bogenlicht statt dessen angewendet. Ueber die Zweckmässigkeit dieser Methoden wird zur Zeit noch diskutiert. Einen sehr dankenswerten neuen Gesichtspunkt hat kürzlich W. Scholtz (81) in dieser Diskussion beigebracht. Er wies nämlich nach, dass diese konzentrierten Strahlen, obwohl sie vorher durch Wasser filtriert und so von den dunkeln Wärmestrahlen befreit sind, doch infolge ihres sehr hohen Gehaltes an leuchtenden Wärmestrahlen, welche das Wasser nicht absorbiert, in der Tiefe der Haut sehr hohe Temperaturen zu erzeugen vermögen. Die beobachteten Wirkungen sind also vielleicht trotz aller Vorbeugungsmassregeln Hitzewirkungen, welche eben auf den eigenartigen Verhältnissen der Wärmestrahlung beruhen.

Während die Strahlung der Bogenlampen vorwiegend zur lokalen Behandlung äusserer Krankheitsherde verwendet wird, werden die Ausstrahlungen von Glühlampen vorwiegend zur allgemeinen Bestrahlung des Körpers in den bekannten Glühlichtbädern nach Kellog benutzt. Die Qualität dieser Strahlung ist eine wesentlich andere, als die des Sonnen- und des Bogenlichtes. Die Glühlampen haben eine viel geringere Temperatur, infolgedessen überwiegen in ihrer Strahlung bei weitem die ultraroten Strahlen über die sichtbaren Wärmestrahlen. Ultraviolette Strahlen sind fast gar nicht vorhanden. Man kann daher ihre Wirkung auch nicht wohl mit der jener anderen Strahlungen vergleichen. Doch ist es andererseits durchaus unrichtig, ihre Wirkung in erster Linie nach der Lufttemperatur beurteilen zu wollen, welche sie im Lichtbadekasten erzeugen. Vielmehr muss in erster Linie ihre Strahlungswirkung berücksichtigt werden, die sehr bedeutend ist. So ergab z. B. (82) bei einer

Lufttemperatur von . . .	37,5° C	65° C	83° C
der Strahlungs-Thermometer	50,5° C	78° C	102,5° C.

Diese Strahlung wird vom Körper stark absorbiert und erzeugt trotz ausgiebiger Blutzirkulation eine beträchtliche Erhitzung des oberflächlichen Gewebes. So stieg bei Bestrahlung mit einer Glühlichtlampe die Temperatur unter dem Präputium im Laufe von 10 Minuten von 32,8° C auf 42° C, also um 9,2° C und wesentlich über Bluttemperatur. Auch in der Harnröhre stieg die Temperatur und zwar binnen 10 Minuten von 35° C auf 40° C, um erst wieder 10 Minuten nach Beendigung der Bestrahlung auf 36,8° C zu sinken. Die auffallendste Wirkung der Glühlichtbäder ist Schweissentwicklung. Eine langdauernde Hyper-

Digitized by Google

ämisierung und Bräunung der Haut tritt bei diesen Applikationen jedoch nicht auf, eben weil vorwiegend langwellige Strahlen wirksam sind.

Diese beiden Haupttypen der Wärmebestrahlung sind zur Zeit die einzigen, welche methodisch angewendet werden. Es ist zu hoffen, dass es einer konsequenten Anwendung der Strahlungsgesetze auf derartige therapeutische Massnahmen gelingen wird, die schon vorhandenen Methoden mehr und mehr exakt zu gestalten und neue, praktisch verwendbare Methoden dazu zugewinnen.

Zitate.

1. Graham-Otto, Lehrbuch der Chemie. Bd. I, 1, pg. 402.
2. Derselbe, Bd. I, 3, p. 669.
3. Ladenburg, Handwörterbuch der Chemie. Bd. VI, p. 443 f.
4. Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie. Bd. II, p. 1015 f.
5. Robert Mayer, Mechanik der Wärme. Herausgegeben von Weyrauch.
6. Derselbe, Kleine Schriften und Briefe. Herausgegeben von Weyrauch.
7. Kirchhoff, Zur Geschichte der Spektralanalyse. Poggendorfs Annalen, Bd. CXVIII, 1862.
8. Derselbe, Chemische Analyse durch Spektralbeobachtungen. Ebenda, Bd. CX, pg. 186.
9. Derselbe, Gesammelte Abhandlungen. Leipzig 1882, p. 571 ff. Ueber das Verhältnis zwischen dem Emissionsvermögen und dem Absorptionsvermögen der Körper für Wärme und Licht.
10. Kayser, Lehrbuch der Spektralanalyse. p. 139.
11. Hertz, Untersuchungen über die Verbreitung der elektrischen Kraft. Leipzig 1892.
12. Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik. Bd. II, 1.
13. Winkelmann, Handbuch der Physik. Bd. II, 1, p. 403 ff.
14. R. Clausius, Die mechanische Wärmetheorie.
15. Stefan, Wiener Berichte. 79 (2), p. 391, 1879.
16. Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik. 2, p. 199.
17. Langley, Annalen de chim. et de phys. 6. Série, T. IX, Dec. 1886.
18. Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. IV, Die Lehre von der Strahlung. pg. 384 ff.
19. Derselbe, Bd. II, Die Lehre von der Wärme. 221.
20. Draper, Philos. Mag. 3 serie. Bd. XXX, 1844.
21. v. Bezold, Wiedemanns Annalen. Bd. XXI, 175.
22. H. Kayser, Lehrbuch der Spektralanalyse. Kap. XI, 587.
23. Magnus, Poggendorfs Annalen. CXXXIX, p. 431, 1870.
24. Melloni, Ebenda, XXXV, p. 325.
25. Winkelmann, Handbuch der Physik. Bd. II, 2, p. 142.
25a. Knoblauch, Poggendorfs Annalen, Bd. LXX.
26. Tyndall, Fragmente aus den Naturwissenschaften. Kap. VIII, 8.
27. Graham-Otto, Lehrbuch der Chemie. Bd. I, 1, § 220.
27a. Ostwald, Anorganische Chemie. p. 648.
28. Lothar Meyer, Die modernen Theorien der Chemie. p. 427.
29. Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie.

Digitized by Google

30. Lothar Meyer, Die modernen Theorien der Chemie.
31. Ostwald, Lehrbuch der Allgemeinen Chemie. Bd. 2, 1. 1016.
32. Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik. Bd. II, 190.
33. Crookes, Quarter J. of sciences, July 1875.
34. Zöllner, Der Strahlenphotometer. Leipzig, bei Stockmann.
35. Nobili, Bibliothèque universelle de Genève. T. XLIII, Poggendorfs Annalen, Bd. XX, p. 245.
36. Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik. Bd. II, p. 190.
37. Langley, Proc. Am. Acad. of arts and sc. 16, 1881, Bebl. 5, p. 191.
38. Herschel, Philos. Transact. of London R. Soc. for the year 1800; Gilb. Ann. Bd. VII.
39. Kayser, Lehrbuch der Spektralanalyse. Kap. IV und V.
40. Abney, Phil. Trans., 171, p. 653—667.
41. Kayser, Spektralanalyse.
42. Langley, Annalen chim. phys. (6), 9, p. 433, 1886.
43. Wiedemann, Die Lehre von der Elektrizität. II, 257.
44. Winkelmann, Handbuch der Physik. 2, 2, p. 137.
45. A. Pflüger, Die Anwendung der Thermosäule im Ultraviolett. Annalen der Physik 1904, p. 890 ff.
46. Herschel, Phil. Mag. (3) 16, 1840.
47. Winkelmann, Handbuch der Physik. 2, 2, p. 217.
48. Ebenda, p. 216.
49. Frankenhäuser, Das Licht als Kraft. p. 21.
50. Winkelmann, Handbuch der Physik. 2,2, p. 220 und 232.
51. Ebenda, p. 237 ff.
52. Ebenda, 2, 1, p. 443.
53. Ebenda, 2, 2, p. 210.
54. Ebenda, p. 173.
55. Ebenda, p. 295.
56. Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik. Erg. Bd., p. 346 ff.
57. Valentiner, Handwörterbuch der Astronomie. III, 2, p. 59.
58. H. Kayser, Lehrbuch der Spektralanalyse. p. 193.
59. Winkelmann, Handbuch der Physik. 2, 2, Tabellen Ph. 544—549.
60. W. Huggins, On the limit of sun, and. star light in the ultraviolet spectrum. Proc. Roy. soc., 46, 133. Ref. Fortschr. der Physik, 1889.
61. Winkelmann, Handbuch der Physik. 2, 2, 232.
62. Ebenda, p. 233.
62a. Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik. 4, p. 406.
63. Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik. 2, 2, p. 653.
64. Winkelmann, Handbuch der Physik. 2, 2, Fig. 549 und 550.
65. Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik. 2, 221.
66. M. Rubner, Zur Bilanz unserer Wärmeökonomie. Archiv für Hygiene, XXVII, 69.
67. Derselbe, Archiv für Hygiene, XVII, 1.
68. Derselbe, Vergleich des Wärmestrahlungsvermögens trockener Kleidungsstoffe. Archiv für Hygiene, XVI, 101.
69. Derselbe, Das Strahlungsvermögen der Kleiderstoffe nach absolutem Masse. Archiv f. Hygiene, XVII, 1.

Digitized by Google

69a. Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik. II, 379.
70. M. Rubner, Klimatotherapie in Goldscheider und Jacobs Handbuch der Physikalischen Therapie. I, 1, p. 52.
71. Derselbe, Archiv für Hygiene, XXIII, 369.
72. Derselbe, Archiv für Hygiene, XXIII, 128 u. 146.
72a. Kromayer, Eisenlicht, Experimentelle und klinische Untersuchungen. Dermatologische Zeitschrift. Bd. X, p. 1, 1993.
73. P. Schmidt, Über Sonnenstich und über Schutz gegen Wärmestrahlung, Archiv für Hygiene, XLVII, 262.
74. M. Rubner und Cramer, Über den Einfluss der Sonnenstrahlung auf Stoffzersetzung, Wärmebildung und Wasserdampfabgabe der Tiere. Archiv für Hygiene, XX, 345.
75. H. Wolpert, Über den Einfluss der Besonnung auf den Gaswechsel der Menschen. Archiv für Hygiene, XLIV, 322.
76. H. Wolpert, Über den Einfluss der Besonnung auf den Wasserdampfgehalt der Kleiderluft. Archiv für Hygiene, XLVIII, 107.
77. John Tyndall, Fragmente aus den Naturwissenschaften IX. Ueber strahlende Wärme und ihre Beziehungen zur Farbe usw.
78. J. Marcuse, Historische Einleitung zur Lichttherapie in Goldscheider und Jacobs Handbuch der Physikalischen Therapie. I, 2.
79. M. Rubner, Klimatotherapie in Goldscheider und Jacobs Handbuch der Physikalischen Therapie. I, 1, p. 65.
80. Frankenhäuser, Das Licht als Kraft.
81. W. Scholtz, Über die Bedeutung der Wärmestrahlen bei der Behandlung mit konzentrischem Licht nach Finsen. Berliner klinische Wochenschrift 1904, No. 18.
82. Frankenhäuser, Über die strahlende Wärme und ihre Wirkung auf den menschlichen Körper. Zeitschrift für diätetische und physikalische Therapie, 1903/1904, Bd. VII, Heft 7.

B. Literatur-Bericht.

I. Sammelreferat.

Über die Elektrobiologie und Elektrotherapie in Italien im Jahre 1903.

Von Prof. **A. von Luzenberger** in Neapel.

Langsam aber stetig gewinnt auch in Italien die physikalisch-therapeutische Richtung Boden in der Medizin. Es ist noch nicht lange her, dass man von Elektriseuren wie man von Magnetiseuren sprach und die Vertreter dieser Wissenschaft als Handwerker betrachtete, die nichts anderes verstanden, als eine „Elektrisiermaschine“, die gewöhnlich aus einer veralteten Onimusschachtel bestand, am menschlichen Körper meistens nach Angaben eines praktischen Arztes, der keine Ahnung von Elektrotherapie hatte, so zu applizieren, dass

Digitized by Google

der Kranke an den metallischen Knopf-Elektroden ein Brennen verspüre, welches Brennen in nicht seltenen Fällen zu Verschwärungen führte. Und diese Methode, die die Elektrotherapeuten mit dem Bader und mit dem Quecksilbereinreiber in eine Reihe stellte, hatte in Italien zwei volle Generationen gehaust, so dass es leichter gewesen ist, der wahren Elektrotherapie dort den Weg zu bahnen, wo die Elektrizität etwas ganz Neues und Unbekanntes war, als hier, wo sie im grossen Publikum sich eines schlechten Rufes erfreute. Fleissige und strenge wissenschaftliche Arbeit durch zwei Jahrzehnte, in welcher Pionierarbeit Namen wie Schivardi, de Renzi, Vizioli, Bianchi hervorragen, brachen endlich der Überzeugung Bahn, dass es damit Ernst sei und man kann nunmehr auch am Krankenbette von physikalischer Therapie sprechen, ohne eine Revolte in der Familie des Kranken hervorzurufen. In dem Kampfe gegen die Richtung, die Elektrizität nur als Suggestionswirkung aufzufassen, welche Richtung auch in Deutschland gedroht hatte, wie ein Ungewitter manche vorzügliche Leistung zu zerstören, gipfelt die Tendenz, genaue physiologische Grundlagen auf experimentellem Wege zu gewinnen. Wir wollen in unserem Referate mit den Publikationen beginnen, welche die physiologische Seite der Elektrizität darlegen, um hierauf die diagnostischen und therapeutischen Arbeiten zu beleuchten.

I.

Alle verschiedenen Formen der elektrischen Energie, inbegriffen sogar die Lichterscheinungen, die wir mittels elektrischer Lampen hervorrufen können, haben im Jahre 1903 ihren Vertreter gefunden. So hat

R. Pisani [1]), der die Arbeit Capriati's über den Einfluss der statischen und galvanischen Elektrizität über die Muskelleistung vor Augen hatte, die anderen Behandlungsmethoden in ähnlicher Weise zu prüfen in Aussicht genommen. Er arbeitete mit kräftigen, jungen gesunden Personen, die er zuerst am Ergographen trainierte. Die Massziffer, deren er sich zum Vergleichen bediente, war die Totalarbeit acht aufeinanderfolgender Übungen in Kilogrammmetern ausgedrückt, wobei aber auch die Zeit, innerhalb welcher diese stattfanden, mitregistriert wurde.

Falls während der Arbeit ein absteigender Strom am Plexus brachialis eingeführt wird, so steigt dieselbe von 1,995 auf 2,100 Kilogrammmeter. Mit der bipolaren faradischen Massage am arbeitenden Arme steigt die Ziffer bedeutender. Referenten ist unklar geblieben, wie der Autor die Zuckungen der Faradisation von der gemessenen willkürlichen Arbeit getrennt gehalten habe! Noch grössere Zahlen erreicht er mit den Morton'schen Strömen! Auch die Ziffern, die er angibt, sind nicht einwandfrei; er findet zwar Arbeitszahlen, die höher sind als die Mittelziffern der früheren Untersuchungen, keine einzige aber darunter, die die höchste Ziffer der Serie ohne Elektrisation überschreiten würde! Somit stimmen die Schlussfolgerungen schlecht mit der angeführten Tabelle. Noch dazu alles das an einem einzigen Individuum.

Beim zweiten Falle änderte der Autor die Anordnung. Er liess seinen Mann 4 Übungen vor der Elektrisation und 4 nach der Elektrisation ausführen. Hier wiederholt er zuerst die Methode Capriati's, der aufsteigenden Galvani-

[1]) R. Pisani. L'influenza dell'elettricità sul lavoro muscolare. Ricerche fisiologiche. Archivio intern. di medicina e chirurgia. 1903 f. 22.

Digitized by Google

sation des Rückenmarkes, und kommt mittels zahlreicher Versuche zu ganz gegenteiligen Resultaten; berührt dabei auch die Experimente Schnyder's, deren Erklärung er nicht beipflichten kann, weil nach seiner Auffassung der Reizreflex momentan und nicht nachträglich grössere Kraft und Ausdauer haben sollte, was nicht der Fall ist.

Nach seinen Versuchen mit der Galvanisation des Rückenmarkes, mit dem hydrofaradischen Bade am Arme, mit der galvanofaradischen Massage am Arme, wird nur die Anzahl der ausgeführten Muskelzuckungen vermehrt, die geleistete Arbeit aber sowohl als Einzelzug, wie auch als Totaleffekt gemindert; man kann sagen, dass die Ausdauer auf Kosten der wirklichen Leistung gesteigert wird.

Bei der statischen Elektrizität findet er, dass die positive Ladung die Totalleistung steigert, die negative sie unverändert lässt. Mit der Hochfrequenz als Autokonduktion findet er, dass eine Dauer von 10 Minuten sowohl die Einzel- als auch die Totalarbeit steigert, während 6 Minuten oder 15 Minuten wirkungslos bleiben!

Daraus folgert er, dass die Besserung der Muskelarbeit nicht durch nervösen Einfluss vor sich gehe, sondern lediglich durch Modifizierung des Stoffwechsels im Muskel selbst, was er schon bei seinen Untersuchungen im blauen Lichte (worüber wir später referieren) gefunden hatte. Wer dies liest, könnte glauben, im Referate fehlen die nötigen Mittelglieder, welche zu diesem Schlusse führen, sie fehlen aber auch im Originalartikel: es dürften subliminale Assoziationen sein, die infolgedessen dem Autor selbst unbekannt geblieben sind! Jedenfalls klingen die Zugeständnisse, dass er bei den Kontrollversuchen, um sich zu überzeugen, wie die Ermüdung ohne Elektrizität eintrete, weder die Befunde Féré's, noch di Colucci's, Treves' beobachten konnte, sonderbar, was ihn zur eigentümlichen Deduktion führt, dass „die Arbeit sich nicht gleich verhalte bei den verschiedenen Individuen“. Wenn nun seine zwei Individuen speziellen Gesetzen unterliegen, was bleibt von der ganzen Untersuchungsreihe?

Auch die Frage, ob wir mittels des elektrischen Stromes vasomotorische Wirkungen innerhalb der Schädelkapsel hervorbringen können oder nicht und im bejahenden Falle in welchem Sinne, ist wieder in Angriff genommen worden. E. Gentile[1]), der sie experimentell behandelte, kommt zu folgenden Schlüssen:

1. Die elektrischen Ströme modifizieren den Hirnpuls sowohl in seiner Weite, d. i. in der Blutmenge, die zum Hirne fliesst, als auch in seiner Form, d. i. im Zustande der Gefässwände.

2. Die Modifikationen bleiben unverändert bei Polveränderungen, ausser bei der Galvanisation mit polarer Methode ausgeführt.

3. Die auf- oder absteigende Galvanisation, sowie die Sympathicusgalvanisation mit indifferentem Pole auf dem Brustbeine haben keinen deutlichen Einfluss auf die Blutzirkulation im Hirne.

4. Dieselben Verfahren mit indifferentem Pole auf dem Nacken zeigen Veränderungen, die aber nicht konstant sind. Nachher tritt eine Verminderung des Blutzuflusses zum Hirne ein.

5. Transversale Galvanisation, longitudinale Faradisation, die Galvanisation nach polarer Methode mit positivem differenten Pole und die Faradisation am

[1]) E. Gentile. Influenza dell'elettricità sul polso cerebrale Ann. della Clin. delle mal. Nerv. e ment. di Palermo 1903, No. 1.

Digitized by Google

Sympathicus (indifferente Elektrode am Sternum) geben als konstantes Resultat eine Erweiterung des Gefässstromes.

6. Die Galvanisation mit negativem Pole verursacht eine Verminderung der Blutzufuhr.

7. Die Faradisation des Kopfes hat keine Wirkung auf die Blutzufuhr im Hirne.

Eine viel verhandelte Frage, nämlich wie die franklinische Elektrizität auf unseren Organismus wirken könne, findet einen guten Beitrag in einer Arbeit Pisani's.[1]) Im Laboratorium Prof. Albini's beschäftigte sich sein Assistent Montuori mit Untersuchungen über Kalorimetrie und hatte eben eine Experimentierkammer konstruieren lassen, welche graphometrisch die vom menschlichen Organismus irradiierte Wärmemenge registrieren konnte. Die zu untersuchende Person soll in derselben in vollkommener Bewegungslosigkeit sitzen und nach einer gewissen Zeit, ungefähr nach einer Stunde Aufenthalt, zeichnet die Schreibfeder eine wellige Abzisse, nach deren Höhe die gesuchte Wärmemenge berechnet wird. Nun wiederholte Pisani dessen Versuche mit der Einrichtung, dass die zu untersuchenden Personen auf einem Isolierschemel (innerhalb der kalorimetrischen Kammer) sassen und mittels einer isolierten Metallkette mit franklinischem Strome geladen wurden. Er wartete zuerst, bis die horizontale Abzisse erreicht wurde; bei seinen Subjekten entsprach dieselbe einer Kalorienemission, die von 87 bis 103 per Stunde schwankte (bei einem zweiten Individuum von 85—98 Kalorien per Stunde), unterwarf sie nachher einer Ladung und die Kurve stieg bis 130 (resp. 109) Kalorien p. St. während der 10 Minuten Applikation, um nach einiger Zeit nach unterbrochener Elektrisation wieder auf die Normalkurve zu sinken. Wiederholte Versuche an beiden Personen gaben eine grosse Konstanz in den Veränderungen. 10 Minuten Ladung gab höhere Kurven als 6 Minuten Ladung. Die Wiederholung des Experimentes während derselben Sitzung gab wieder dieselben Resultate, so dass keine Fehlerquelle sich in diese Untersuchungen hätte einschleichen können. Auch am Thermometer konnte er eine Steigerung von 0,2—0,3 Grade messen. Die Werte waren immer höher mit der positiven Ladung, traten aber auch bei der negativen Ladung auf. Da bei solchen Untersuchungen nie Veränderungen in der Blutzirkulation nachzuweisen waren, dagegen von anderen Autoren Stoffwechselunterschiede mittels Harnuntersuchungen während der Elektrisation demonstriert wurden, so glaubt Pisani, dass wir nicht eine einfache Steigerung der Wärmestrahlung, sondern einen vermehrten Zellenmetabolismus annehmen müssen.

G. Gallerani[2]) sucht durch passende Versuche die physiologischen Wirkungen der oszillierenden hochfrequenten Strömen nachzuweisen, von welchen immer behauptet wird, dass sie sich nur auf die Hautoberfläche verbreiten, ohne in den Organismus einzutreten. Er konstruiert sich einen Marconi'schen Telegraphen mit einer Oszillationsdauer und Wellenlänge, die nach mathematischen Berechnungen in den kleinen Entfernungen seines Laboratoriums die Resonanz-

[1]) R. Pisani. La termogenesi nel bagno elettrostatico. Ricerche sperimentali. Giornale internaz. delle Scienze mediche. A. XXV, 1903.

[2]) G. Gallerani. Un telemiografo senza filo e la radiotelegrafia muscolare: influenza della correnti oscillanti a distanza sull'apparecchio nerveo-muscolare. Bollettino della Società Eustachiana. 1903.

Digitized by Google

phänomene hervorrufen können, und an Stelle des Koherers oder Detektors nimmt er ein Froschnervenmuskelpräparat, das, an einem Myographion fixiert, die Grösse und den Zeitpunkt der stattfindenden Reizung aufschreibt. Eine eigene Einrichtung erlaubt während der Reizung mittels der Hertz'schen Wellen den Muskel auch mit einem Dubois-Reymond'schen Schlitten zu stimulieren, wobei das Verhalten des ermüdeten Muskels studiert werden kann. Mehrere Einschaltungen erlauben dem Autor entweder am isolierten Nervenmuskelpräparat oder mit metallischerErdableitung oder mitErdableitung durch denKörper des Experimentators zu arbeiten. Auch im Marconi'schen Wellenübersender (Trasmettitore) hat Gallerani verschiedene Einrichtungen getroffen: er bediente sich entweder des Tesla'schen Transformators, dessen einer Pol zur Erde abgeführt wird und der andere zur Marconi'schen Stange, oder eines Kondensators mit der Stange, die an einem Pole inseriert ist, während der andere zur Erde geht, oder auch des einfachen Spinterometers, wobei die eine Kugel mit der Stange versehen ist, die andere zum Boden führt.

Die Schlüsse, zu welchen er kommt, sind:

1. Die Natur hat in den Nervenmuskelpräparaten die empfindlichsten Empfänger oszillierender Ströme konstruiert.

2. Falls die Quelle der hochfrequenten Ströme mittels metallischer Leitung mit von der Erde isolierten Nervenmuskelpräparaten kurz geschlossen ist, so entsteht absolut keine Bewegung, die sich auf der Registriertrommel aufzeichnen könnte. Dasselbe bemerken wir auch, wenn wir zwischen dem Geber und dem mit dem Empfänger verbundenen Nerven eine gewisse Entfernung lassen, solange der andere Teil des Nerven isoliert bleibt. Wie wir aber, sei es durch metallische Leitung oder durch Berührung mit unserm Körper, eine Erdableitung einführen, so tritt sofort Tetanus auf, welcher einen vollkommenen Parallelismus mit der Schliessung und Oeffnung des primären Stromes innehält, so dass die Kurve des Myographion ganz so wie ein Morse'scher Schreiber mit Koherer gebraucht werden könnte. Falls die berührende Person selbst vom Boden isoliert ist, so ist die Intensität des Tetanus geringer.

3. Während des radiotelegraphischen Tetanus können wir mit der Faradisation eine weitere Reizung hervorrufen.

4. Durch solche Untersuchungen kann man feststellen, dass je nach der Richtung des oszillierenden Stromes die Reizbarkeit des Nerv-Muskel-Präparats erhöhet oder vermindert wird, was der Autor mit telepathischer Veränderung bezeichnet. Der erhöhten Reizbarkeit folgt aber rasche Ermüdung des Muskels.

5. Falls der Autor die Einrichtung so verändert, dass die Kondensator-Kapazität zwischen sekundärer Spule und Spinterometer liegt, den Tesla ausschaltet und die Transmissionsstange direkt mit der Kugel der Funkenstrecke bei unverändertem Wellenempfänger in Verbindung setzt, so zuckt der Muskel, so lange er isoliert ist, und entspannt sich bei Erdleitung.

6. Mit verminderter Kapazität des Systems kann man die Entfernung vergrössern.

7. Der Nerv ermüdet bei solchen Untersuchungen rascher als der Muskel.

8. Nicht alle Frösche reagieren gleich. Bei akut hervorgerufener Anämie haben wir raschere und kräftigere Zuckungen, die aber sofort von Lähmung gefolgt sind.

9. Die latente Reizungszeit wird zu Anfang der Experimente kürzer, bald aber länger als bei gewöhnlicher faradischer Reizung.

Digitized by Google

10. Die Resultate seiner Untersuchungen erklären, wie der tierische Organismus auf grosse Entfernungen die Veränderungen der elektromagnetischen Wellen, welche die atmosphärischen Zustände hervorrufen, fühlen kann.

Höchst anregend ist die Arbeit Allessi's[1]) über den elektrischen Widerstand und die Muskelkontraktion vor und nach dem epileptischen Anfalle. Da dieser eine Menge Veränderungen im Muskelgefühle und in der Muskelkraft, in dem allgemeinen Stoffwechsel, in der Wärmebildung usw. hervorzubringen pflegt, schien es dem Autor wichtig, zu untersuchen, wie sich unter der gewaltigen Nervenentladung, die vom epileptischen Anfalle dargestellt wird, die Reaktionen des Organismus gegen den Strom verhalten. Er stellte die Versuchsreihe in folgender Weise auf: Auf der stärksten Wölbung des Biceps (nicht am Nervenpunkte) des ruhig liegenden Kranken wurde ein Verdin'sches Myographion fixiert, das so modifiziert war, dass der Druckknopf zugleich als differente Elektrode dienen konnte, während eine indifferente runde (4,5 cm Diameter) Elektrode auf dem Sternum ruhte. Die Stelle am Oberarmmuskel wurde eigens gewählt, damit er mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit idiopathische Muskelzuckungen und nicht Nervenreizung erhalten könne. Hierauf liess er zwei Minuten den Strom kreisen, notierte genau die Intensität und mass mit der Substitutionsmethode (Gaiffes Rheostat) den dabei erreichten Widerstand. Auch dabei wartete der Autor dieselben zwei Minuten, um die anfänglich auftretenden Schwankungen (offenbar Polarisationsströme von den nassen Elektroden) sich ausgleichen zu lassen.

Hierauf werden die Elektroden wieder am Körper fixiert, das Myographion mit der Registriertrommel mittels der Marey'schen Feder in Verbindung gesetzt und langsam mit dem Strome gestiegen, wobei Unterbrechungen eingeführt werden. Die Intensität, die die kleinste Zuckung bei Kathodenschliessung hervorruft, wurde notiert. Nachher wurde die Intensität so vermehrt, dass man eine deutliche Anodenschliessungszuckungskurve aufzeichnen konnte, und in regelmässigen Intervallen unterbrechend, sammelte der Autor die graphischen Aufzeichnungen, welche nie ein Ermüdungsphänomen auftreten liessen.

Bei allen Untersuchungen an 16 Kranken wurde genau der Barometerstand, die Temperatur der Luft und der Wassergehalt derselben aufnotiert, weil diese einen Einfluss auf den Hautwiderstand haben können. Dass der Autor relativ grosse Zahlen des Hautwiderstandes gefunden habe, wird nicht wundernehmen, wenn man berücksichtigt, dass er sich kleiner Elektroden bedient (die Mittelziffer, die er angibt, ist 8843 mit einem Minimum von 2009 und Maximum von 35 000 Ohm); was aber Wert hat, ist, dass solche Widerstände nach dem Anfall grösser werden (Mittelzahl 10 478). Nur in 3 Fällen war derselbe vermindert, und zwar in solchen, welche nach dem Anfalle sehr reizbar geworden waren.

Ähnlich verhält sich die für die Kontraktion nötige Intensität; in den meisten Fällen muss sie grösser sein nach dem Anfalle; in den postaccessualen Erregungszuständen ist sie geringer.

Auch die Zuckungskurve ist nach dem Anfalle anders geformt, als vor dem Anfalle, sie ist niedriger und unregelmässig, es fehlt fast immer die

[1]) U. Alessi, Pisa. Resistenza elettrica e contrazione muscolare prima e dopo l'accesso epilettico. Giornale di elettricità medica. 1903, fasc. III., S. 97.

Digitized by Google

Anodenschliessungszuckung und zwischen den zwei Unterbrechungen treten Zuckungsschwankungen auf.

Die Arbeit hat interessante Facta klargelegt, vor allem, dass die Muskel durch den Anfall unerregbarer werden, und Ermüdungsphänomen zeigen nur in jenen Fällen, in welchen subkomatöse Zustände zurückbleiben, während sonst die übermässige Reizbarkeit auch im Muskelsysteme auftritt.

Bezüglich der Lichtwirkung auf den menschlichen Organismus ist von vielen Autoren ihre baktericide Eigenschaft hervorgehoben worden — von anderen Seiten war sie bisher nicht untersucht worden. Nun sucht R. Pisani[1]) eine wissenschaftliche Stütze für die farbige Phototherapie in eine Reihe von physiologischen Untersuchungen über den Einfluss des blauen Lichtes auf den Organismus. Eine erste bezieht sich auf die Muskelarbeit. Er lässt einen gesunden 30jährigen Mann in ein dunkles Zimmer, welches er mit einer monochromatischen 50kerzigen Edison'schen Lampe beleuchtet, am Ergographen arbeiten, wobei er die Leistungskurven an der rotierenden Trommel aufzeichnet. Die einzelnen Muskelbewegungen sind rhythmisch und immer nach demselben Tempo mit Metronomregulierung (86 pro Minute) ausgeführt. Nachdem er die Personalleistung seines Subjektes in vollkommener Dunkelheit fixiert hat, richtet er eine Bestrahlung mit blauem Lichte auf die nackten Armmuskeln. Die ersten Proben scheinen bei kurzer Beleuchtung eine grosse Steigerung der Muskelleistung zu geben, falls aber dieselbe über eine Stunde getrieben wird, so entsteht eine momentane Überreizung mit rascher Ermüdung. Um seine Befunde zu kontrollieren, macht der Autor noch Gegenproben, die darin bestehen, dass sein Subjekt in vollkommener Dunkelheit seine ergographische Arbeit beginnt und während derselben plötzlich am Arm beleuchtet wird; nun steigen die Kurven sofort in einer merkwürdigen Weise, in einer so raschen Weise, dass einem jedoch Zweifel darüber entstehen, ob nicht dabei psychische Einflüsse eine wichtige Rolle spielen, nämlich die Freude, von der Dunkelheit befreit zu werden; wir wissen ja alle, wie deprimierend der absolute Lichtmangel wirkt. Dem Autor fällt das gar nicht ein; die einzige Kontrolle, die er ausführt, ist, dass er letztere Untersuchungen mit weissem Lichte wiederholt, wobei die Kurve sich nicht ändert, und mit rotem Lichte, wobei die Kurve noch tiefer sinkt. Die wahre Kontrollprobe, die da notwendig gewesen wäre, nämlich den Kopf des Subjektes entweder in vollem Lichte oder im Dunkeln zu halten, hat er aber vollkommen vernachlässigt, da er eben gar nicht daran gedacht hat, den psychischen Faktor zu berücksichtigen: in seiner ganzen Publikation spricht er immer mit derselben Sicherheit und mathematischen Präzision, als ob er ein Nervenmuskelpräparat des Frosches vor sich hätte! Reine Physiologie treiben am lebenden Menschen ist eine heikle Sache, und es gehört dazu eine tiefgehendere Kritik als die, welche der Autor zeigt!

Eine andere Reihe von Untersuchungen soll darlegen, wie weit das blaue Licht die allgemeine Empfindlichkeit verändern könne.[2]) Er wurde dazu veranlasst durch die therapeutische Anwendung desselben bei Neuralgien und die

---

[1]) R. Pisani. L'azione biologica della luce elettrica bleu sul lavoro muscolare-ricerche ergografiche. Annali di elettricità medica e terapia fisica. A. II, No. 8. S. 231.

[2]) R. Pisani. Gli effetti della luce elettrica bleu sulla sensibilità generale. Ricerche sperimentali. Giornale di elettricità medica. 1903. No. 4.

Digitized by Google

von anderen Autoren (Maritoux) behauptete Anästhesie, die sogar schmerzlose chirurgische Operationen erlaube. Er beleuchtet in einem dunklen, halbdunklen oder tageslichten Raume junge gesunde Individuen in einer Entfernung von 30—50 cm, um die Wärmestrahlung abzuhalten, mit einer 50kerzigen Glühlampe, welche aus blauem monochromatischen Glase fabriziert und mit einem Metallreflektor versehen ist. Er untersuchte vorher und nachher die beleuchtete Stelle mit dem Weber'schen Tasterzirkel. Schon während der Bestrahlung werden die Empfindungskreise (die Abstände der Spitzen) grösser, und zwar in manchen Fällen bis zu 8 mm. Die Abstände werden in gleichem Verhältnis mit der Dauer der Beleuchtung grösser, natürlich bis zu einem gewissen Maximum, welches nie überschritten wird. Dieses wird gewöhnlich in 20 Minuten erreicht. Vollkommene Anästhesie konnte auch bei längerer Einwirkung nie erzielt werden. Die Störung dauerte ungefähr so lange an, als vorher bestrahlt wurde. Experimentiert man mit grösseren Entfernungen, z. B. über einen Meter, so tritt überhaupt keine Hypoästhesie auf, was den Behauptungen Minins widerspricht.

Um die Folgen der möglichen Wärmestrahlung zu kontrollieren, wiederholte Pisani seine Experimente mit weissem Lichte, die Haut wurde dadurch wärmer, aber die geminderte Empfindlichkeit trat nicht auf. Es ist ganz einerlei, ob man im dunklen oder im tageslichten Zimmer bestrahlt, vielleicht tritt nur die Wirkung in der Dunkelheit rascher auf.

Auch die Schmerzempfindlichkeit geht dieselben Veränderungen ein, ohne dass er je vollkommene Analgesie hätte verifizieren können. Die anderen Empfindungen, nämlich die für den faradischen Strom, die Wärme und die Druckempfindung, gehen keine Veränderungen ein.

Als Schlussfolgerung glaubt er, dass die nachgewiesenen Modifikationen zwar höchst interessant sind, aber wohl zu geringfügig, um dadurch die günstigen Wirkungen bei Neuralgien zu erklären.

Und da das farbige Licht auch in der Behandlung des Geisteskranken von verschiedenen Seiten gebraucht wurde, nach mehreren Autoren mit vorzüglichen symptomatischen Resultaten, nach anderen mit absolut negativer Wirkung, dachte Pisani seine Untersuchungen[1]) auf die Veränderungen der Gehirnreizbarkeit bei trepanierten Hunden, welche dem roten und dem blauen Lichte exponiert gewesen waren, auszudehnen. Seine Versuche sind aber so unsicher, dass er selbst nicht wagt etwas auszusagen, und sie nur als Präliminarnote publiziert, um sie gelegentlich weiter auszubilden. Es scheint ihm aber, dass das rote Licht nur eine gewisse Wirkung hatte, falls es durch die Augen zum Tiergehirne anlangte — bei zugebundenen Augen hatte es absolut keinen Einfluss.

Noch eine experimentell-physiologische Arbeit mit therapeutischem Beigeschmack hat Ciomini[2]) im vergangenen Jahre ausgeführt.

Er liess den faradischen Strom auf die Magengrube von Hunden, die 24 Stunden gefastet hatten, wirken und untersuchte hierauf den Mageninhalt:

---

[1]) R. Pisani. Ricerche sperimentali sulla eccitabilità elettrica della corteccia cerebrale influenzata colla luce rossa et bleu. — Archivio internazionale di Medicina e chirurgia A. XIX, 1903.

[2]) E. Ciomini (Pisa). Influenza della faradizzazione sulle funzioni dello stomaco. Il Morgagni, 1903, No. 9.

Digitized by Google

er fand dabei eine gelbliche, Salzsäure enthaltende Flüssigkeit. Ähnliche Magensekretion konnte er auch bei fastenden Hunden mit der Massage erreichen. Bei Kranken mit Muskelatonie des Magens konnte er mittels perkutaner Faradisation Kontraktionen hervorrufen, die an einem in Magen eingeführten Kautschukballon geringer waren als an der an den Bauchmuskeln fixierten Schreibtrommel. Er glaubt somit, dass die glatten Muskelfasern auf die Faradisation nicht reagieren.

G. Arienzo[1]) bediente sich der Muskelkurve, die er am lebenden Menschen durch rhythmische Faradisation am Myographion aufzeichnet, um den Einfluss verschiedener Medikamente auf den gesunden Menschen darzutun. Es ist eigentlich eine pharmakologische Arbeit, in welcher die elektrodiagnostische Technik nur ein Untersuchungsmittel ist.

II.

Die Elektrodiagnostik ruht getrost und ihrer Sache sicher auf den von Erb statuierten Grundlagen und niemand denkt an ihr zu rütteln. Sogar in der neuen Auflage eines Handbuches für Elektrotherapie und Diagnostik[2]) wird der Untersuchungen Dubois' und Zanietowski's nicht Erwähnung getan. Infolgedessen sind spezialistische Publikationen auf diesem Gebiet in Italien sehr selten.

Nur Romano[3]) will mit der graphischen Methode untersuchen, ob die Galvanofaradisation nach Watteville elektrodiagnostischen Wert haben könnte. Er findet, dass bei gesunden Muskeln die Galvanofaradisation immer kräftigere Zuckungen als die Galvanisation allein und die Faradisation allein als Summationswirkung erreicht und dass bei degenerativer Reaktion, wo die beiden Ströme separatim eine Zuckung noch nicht geben können, sie in ihrer Kombination noch graphisch darstellbare Zuckungen hervorbringen. Und C. Cattaneo und F. Marimo[4]) finden, dass die Empfindlichkeit für den faradischen Strom beim Kinde desto unentwickelter ist, je jünger das Individuum ist. Ihre Beobachtungen beziehen sich auf 50, wovon 16 noch stillende, Kinder, was immer interessant sein kann, aber nach den genauen Untersuchungen, die Westphal von 5 oder 6 Jahren geliefert hat, keine Neuigkeit mehr darstellt.

Bezüglich der Diagnostik durch Röntgenstrahlen, die jetzt einen immer wichtigeren Platz einnimmt, muss ich eine Arbeit eines französichen Autors erwähnen, welche aber zuerst in einem italienischen Blatte erschienen ist und die ich mich in diese Rundschau einzubegreifen berechtigt fühle.

A. Beclère[5]) (aus Paris) publizierte in den Annali di electricità medica e terapia fisica eine Arbeit, die er am Internationalen Kongresse für Assekuranzwesen mitgeteilt hat und welche die grosse Wichtigkeit der radioskopischen

---

[1]) G. Arienzo. Azione di alcuni farmazi ipnotici sulla eccitabilità neuromuscolare dell'uomo. Annali di elettricità medica e terapia fisica. A. II. No. 9. 1903. S. 263.

[2]) Sgobbo, F. P. Elettricità medica (elettro-fisica, fisiologia, diagnostica ecc.) 2a Edizione. Napoli, 1903.

[3]) Anacleto Romano. La galvanofaradizzazione studiata col metodo grafico. Annali di elettricità medica. A. II. No. 3, pag. 75.

[4]) C. Cattaneo e F. Marimò. Ricerche su alcune sensibilità e sul senso stereognostico nell'età infantile. La Pediatria 1902, No. 12.

[5]) A. Béclère. L'esame radioscopico nei candidati all'assicurazione sulla vita, 1903. Annali di elettricità medica. Anno II., No. 7, Seite 195.

Digitized by Google

Untersuchung für die Voraussage bei Lebensversicherung beleuchtet, während man bisher nur bei Unfallverletzungen davon Gebrauch gemacht hatte. Er hebt hervor, wie während die radiographischen Bilder die feinsten Zeichnungen der Knochenstruktur wiederzugeben imstande sind, man bei genauer Untersuchung der gegenseitigen Lage und Grösse der teilweise beweglichen inneren Organe viel klarere und sicherere Resultate mit der Radioskopie erhalten könnte. Jedenfalls müsse man immer mit letzterer anfangen und zu der ersten dann erst schreiten, wenn man erkannt hat, in welcher Lage das gesunde Bild am deutlichsten zu fixieren sei.

Auch die Suche nach Fremdkörpern kann eine Wichtigkeit im Assekuranzwesen erreichen, so z. B. zitiert Beclère einen Fall, wo ein junger Mann, dem 15 Jahre vorher eine Revolverkugel in die Schläfe geschossen wurde, eine Lebensversicherung eingehen wollte. Nur die Radiographie, die dessen Akten beigelegt wurde, konnte zeigen, dass die Kugel im Maxillarknochen unschädlich verwachsen war.

Viel wichtiger für dieses Thema ist natürlicherweise die Untersuchung der verschiedenen Körperhöhlen.

Bei den Fortschritten der internen Diagnostik könnte es verwegen scheinen, zu behaupten, dass die Palpation, Perkussion und Auskultation nicht genügend seien. Es gibt aber Formen tiefer Aneurysmen, z. B. welche nur nach den subjektiven Klagen des Kranken geahnt werden und im Fall dass derselbe ein Interesse hat, seine Beschwerden zu verheimlichen, ohne Radioskopie sicherlich übersehen werden müssen.

Bezüglich der Kandidaten zur Tuberkulose zitiert der Autor, wie nach den Militärärzten Kelsch und Boisson unter 124 Soldaten, die nach den strengen Aushebungskommissionen als gesund aufgenommen worden waren, bei 51 das Thoraxbild irgend welche Anomalie zeigte, wie Verminderung der Transparenz einer Lungenspitze, Drüsenverhärtungen an den Bronchialästen, einseitige geringere Beweglichkeit des Thorax. Auch die Militärärzte Salle und Destot fanden bei den mit den gewöhnlichen Mitteln gesund befundenen Soldaten mit der Radioskopie ungefähr bei 20 % mit der Radioskopie darstellbare Zeichen von Tuberkulose.

Auch Veränderungen im Profile des Herzbildes können den Störungen vorausgehen, die mit den gewöhnlichen diagnostischen Mitteln nicht erkennbar sind.

Nach diesen Erfahrungen möchte er vorschlagen, dass in allen Fällen, wo nur ein geringer Zweifel über die Konstitution der Assekuranden besteht, und bei denjenigen, wo eine Untersuchung von zwei Aerzten ausgeführt werden soll, immer auch die radioskopische Untersuchung verlangt werde.

Die Therapie hat auch in diesem Jahre eine ausgiebige Vertretung. Nur muss ich hervorheben, dass die ehrlichen ausgeprobten, selten fehlschlagenden alten Methoden, die Galvanisation und Faradisation, mehr und mehr von den neuen Hochfrequenzströmen verdrängt werden, wenigstens in dem, was uns literarisch vorliegt: möglicherweise betrachten sie die Autoren als längst bekannte Tatsachen und glauben nur die Modeware illustrieren zu müssen.

Trotzdem tauchen sie hin und wieder auf.

H. Bordier[1]) aus Lyon schreibt in einem italienischen Fachblatte über die elektrische Behandlung der Basedow'schen Krankheit. Er bespricht

[1]) H. Bordier. Il trattamento elettrico del morbo di Basedow. Annali di elettricità medica. A. II. 1903. No. 2, Seite 33.

Digitized by Google

die verschiedenen Methoden, die hierbei seit 1870 gebraucht wurden und welche einen abwechselnden Kampf zwischen Galvanisation und Faradisation darstellen. Die modernen Ideen über die organo-chemische Entstehung der tachycardischen Struma und ihre Beziehungen sowohl zur Glandula thyroidea als auch zur Parathyroidea führen zu dem Schlusse, man müsse die Galvanisation bevorzugen, sie aber so applizieren, dass beide Drüsengruppen vom Strome beeinflusst werden. Bordier's spezielle Technik besteht darin, dass er eine grosse gut durchnässte und sich genau an die Haut schmiegende Elektrode von 80—120 Quadratzentimeter Oberfläche als Kathode der ganzen Ausbreitung der genannten Drüsengruppen anlegt, während die etwas grössere Anode hinten am Nacken befestigt ist. Die Stromstärke, die mittels Regulatoren (er zieht Flüssigkeitsrheostaten vor) langsam eingeschaltet wird, muss von 40—60 m. A. sein. Die Sitzungen müssen bis zu einer halben Stunde verlängert werden. Der Kranke fühlt dabei metallischen Geschmack im Munde und sondert reichlich Speichel aus. Mit dieser Methode tritt sofort eine Besserung der Herzphänomene ein und baldigst bessern sich auch die vasomotorischen Phänomene, wie die Diarrhoe und die gestörten Menstruationen. Auch das Zittern und die Muskelzuckungen hören hierauf auf — die Struma verkleinert sich und ganz zuletzt, am meisten der Behandlung widerstehend, ziehen sich die Glotzaugen zurück.

Die Behandlung muss aber lange fortgesetzt werden, 3—4 Monate lang, was noch immer die Hälfte der Zeit der faradischen Behandlung ausmacht. Die Resultate sind aber vorzüglich und dauerhaft.

Mirto[1]) hat guten Erfolg gehabt in einem Falle von tonischem Augenliderkrampf infolge von anstrengender Stickereiarbeit durch die stabile Galvanisation mit der Anode. Er bedient sich einer kissenförmigen Elektrode von 8 cm Seitenlänge, welche auf die Schläfe der kranken Seite appliziert wird, während die indifferente Kathode auf dem Brustbeine ruht. Der Strom von der Intensität von 6—8 m. A. (nach einigen Tagen bis 12) wird während 15—20 Minuten wirken gelassen. Nach einer Woche ist die Spannung im Auge geringer. Hierauf gelingt es dem Autor mittels Kokaïneinträufelung die Intensität bis zu 20 m. A. zu steigern und die Heilung tritt nach 50 Sitzungen auf. Ein kleiner Rückfall einige Monate danach, ist in 20 Sitzungen genesen. Das Neue, worauf er selbst die Aufmerksamkeit der Pfleger der Elektrotherapie lenkt, ist die hohe Intensität, welcher er sich bediente.

Bei starkem Singultus, auch wenn dasselbe mit Erbrechen kompliziert ist, kann man vom galvanischen Strome, wie Sgobbo[2]) erfahren hat, vollkommene Heilung erwarten. Die Applikation wird mit positiver Gabel-Elektrode am Halse und Kathode in der Hand mit 6—8 m. A. bis 10 Minuten Dauer ausgeführt. Er berichtet über drei so behandelte Fälle.

A. Nava[3]) will für die nunmehr fast verpönte Faradisation bei Behandlung der Spasmen ein gutes Wort einlegen. Er kurierte mit dem unterbrochenen

---

[1]) Mirto Girolamo. Spasmo tonico dell'elevatore della palpebra superiore (in una ricamatrice) guarito mediante le applicazioni polari anodiche. Giornale di elettroterapia. A. V. 1903, No. 1. S. 12 und Gazzetta siciliana di Medicina e chirurgia. A. II, No. 2.

[2]) F. P. Sgobbo. Nota terapica sul singhiozzo accompagnato da vomito. Giornale di elettroterapia. A. IV. S. 125, 1903.

[3]) A. Nava. L'uso della corrente faradica negli spasmi. Annali di elettricità medica e terapia fisica. A. II, 1903, f. 12, S. 394.

Digitized by Google

Strom eine Gesichtslähmung, die mit einem tikartigen Krampfe in den Augenlidern, der Kopfschwarte und den Halsmuskeln kompliziert war, alles auf hysterischer Basis. Der Krampf trat anfallsweise mehrmals im Tage auf. Der Fall ist auch dadurch interessant, dass Gesichtsparese und Krampf beide auf derselben Seite auftreten, während sie gewöhnlich in der Hysterie contralateral zu finden sind. Die Faradisation heilte nicht nur in 3 Sitzungen die Lähmung, sondern dämpfte auch den Krampf, der, deswegen in derselben Weise weiter behandelt, vollkommen nach 9 Applikationen schwand. Ein Jahr darauf verwundete der reizbare Mann einen Verwandten, und im Kerker trat der Spasmus wieder auf. Nach vollzogener Strafe kam er wieder zum Autor, wurde wieder faradisiert und heilte in kurzer Zeit wieder.

Dadurch aufmerksam gemacht, führte Nava dieselbe Behandlung ein in einem Falle von Gesichtskrampf, welcher der positiven Galvanisation nicht gewichen war. Schon nach der fünften Sitzung sah er Besserung und nach 20 vollkommene Heilung, die noch nach mehreren Monaten andauert. Man kann in ähnlichen Fällen den psychischen Einfluss nicht in Abrede stellen, der Autor glaubt aber, dass man auch einen trophischen und stärkenden Einfluss bezichtigen dürfte, welche den amyosthenischen Zustand der krampfenden Muskeln bekämpfen.

G. Fratti[1]) behandelte ein 17 jähriges Mädchen, das anämisch, amenorrhoisch an habitueller Stuhlverstopfung leidend war und infolge von einmaliger übermässiger Nahrungseinfuhr von Darmokklusion befallen wurde. Er benutzte dazu die Faradisation mit einer Rektalelektrode, nach vorher appliziertem Salzwasserklystier, und einer zweiten auf dem Bauche. Beide wurden durch anderthalb Stunden mobil in Wirkung gehalten. Es folgte eine geringe Kotemission. Diese Methode wurde noch andre drei Tage benützt und hierauf trat regelmässiger Stuhl auf, um nach 10 Tagen fortzubleiben. Eine neue Faradisation stellte ihn wieder her.

Der Autor berücksichtigt die Wichtigkeit der Galvanisation in solchen Fällen; da er in dem Augenblicke über einen konstanten Strom nicht verfügen konnte, griff er zum unterbrochenen und will eben hervorheben, wie man auch mit diesem, der im allgemeinen zugänglicher ist auch für Nichtspezialisten, ebenso gute Resultate haben kann, wenn man nur 1. besonders die innere Elektrode fortwährend auf und ab bewegt, um die Peristaltik zu fördern, 2. genug lange Sitzungen macht. Er schliesst daher, dass eine solche Dauer die geringere Aktivität des faradischen Stromes beweist, der aber gut vertragen wird und vorzügliche Endresultate geben kann.

Luzenberger[2]) berichtet über die Behandlung der ziemlich allgemein gewordenen habituellen Stuhlverstopfung mit passender Diätregelung, mit Hydrotherapie, Massage und Elektrotherapie, wobei er besonders die von ihm versuchten Mittel darlegt und welche ihn zu gründlicheren und dauerhafteren Resultaten geführt haben, hervorhebt. Die Arbeit ist auch in einer etwas ausführlicheren Form deutsch erschienen.

---

[1]) G. Fratti. Contributo cella cura alla occlusione intestinale colla elettricità. Gazzetta degli Ospedali, 1903. No. 5.

[2]) A. di Luzenberger. Sul trattamento della costipazione intestinale colla dieta e coi mezzi fisico terapici. Annali di elettricità medica. A. II. No. 4, pag. 99.
S. Zeitschrift f. diät. u. physikalische Therapie. Verlag Thieme, Leipzig 1902.

Digitized by Google

Graziani[1]), Spezialist für Magenkrankheiten in Neapel, gibt eine ausführliche Rundschau über die elektrische Behandlung derselben, wobei er die Arbeiten Einhorn's, Menzel's, Bordier's, Vernays's, Boas', Rave's, v. Mehring's, Leube's und Burkart's berücksichtigt. Als persönliche Beobachtung zitiert er nur einen Fall allgemeiner Neurasthenie, in welchem der frankliniscbe Strom auch die gestörte Verdauung nach einiger Zeit besserte.

Auch die Jodkataphorese tritt wieder auf. Ein Fall von skrophulösen Drüsen, die erweicht waren und Fistelbildung zurückgelassen hatten, vorher mit Jodbepinselung, internem Gebrauche von Jodsalzen und Leberthran, ohne eine Besserung zu erzielen, behandelt, wurde von Pisani[2]) der Elektrolyse untersetzt. Er ist ein Vertreter der Meinung, dass das Jod aus der Jodkali-Jodtinktur durch den positiven Pol in den Körper eingeführt werde. An der Kathode sehe er, mit derselben Lösung, Gewebezerstörung auftreten, was er mit dem grossen Widerstande der Jodkationen erklären will. Referent meint, die exaktere Auffassung würde folgende sein: dass man bei konzentrirten Jodtinkturlösungen kaustische Wirkungen am aktiven Pol habe, während am für Jod elektrolytisch unwirksamen positiven Pole die Absorption ohne Ionenbildung stattfindet. Lauret hatte ja nachgewiesen, dass, wenn man Tiere derselben Disposition unterstelle, auch ohne den Strom kreisen zu lassen, Jod, aber in deutlich geringeren Mengen, in den Körper eintrete. Dass der Strom auch in umgekehrter Richtung eine Flüssigkeitsbewegung unter den Elektroden hervorrufe und dadurch diese Hautosmose steigere, dürfte wohl verständlich sein, dass aber wir darunter eine Jodelektrolyse annehmen sollen, das scheint mir nicht wissenschaftlich zu sein. In vitro können wir sehr leicht nachweisen, dass Jod absolut nur stromaufwärts schreite, und ich sehe nicht ein, was für Zustände im lebenden Organismus dieses fundamentale Gesetz umwälzen sollten.

In der Praxis können wir uns ganz korrekt des negativen Pols bedienen, falls wir die Jodtinktur bedeutend verdünnen — wir arbeiten ja mit Elektronen, wovon ein Atom Jod nach Thomson 88 900 enthält! Und wie viele Atome sind in ein paar Tropfen Jodtinktur enthalten!

G. Arienzo[3]) will die typische galvanisch-elektrolytische Methode in der Behandlung der Angiomen mit der von Bergonié gebrauchten Hochfrequenz-Funkenentladung, die er aber nicht mit der Bergonié'schen Kondensationselektrode, sondern direkt mit einer mit dem grossen Solenoid in leitender Verbindung stehenden Metallspitze zuführt, kombinieren. Durch die Krusten, die dadurch entstehen, will er viel raschere Resultate gesehen haben: er habe sogar sehr grosse Angiome in nur 15 Sitzungen vollkommen geteilt. Die Figuren, die das beweisen sollen, sind leider so grob ausgeführt, dass man sich darüber absolut keine Klarheit verschaffen kann.

Interessanter sind in dieser Arbeit die theoretischen Untersuchungen, was für Hautstörungen die Hochfrequenzfunken zu produzieren imstande sind. Mit dem vom Solenoid direkt erhaltenen Funken sieht man auf die Haut der

---

[1]) G. Graziani. La cura elettrica in alcune affezioni dello stomaco. Giornale di elettricità medica. 1903. No. 1. A. IV.

[2]) R. Pisani. La cataforesi jodica nulla cura delle adeniti tubercolari. Giorn. internazionale della Scienze mediche. A. XXV. 1903.

[3]) G. Arienzo. Guarigione rapida di angiomi ottenuta con un processo combinato di elettrolisi ed alta frequenza. Annali di elettricità medica e ter. fisica. A. II. 1903, No. 10. S. 298.

Digitized by Google

Kaninchen schon nach der dritten Applikation eine starke Entzündung mit Leukozytenansammlung und Krustenbildung, die bei Gebrauch des Oudin'schen Resonators oder Tesla's Transformators nur wenig intensiver ist. Am Ohre des Kaninchens sieht man statt dessen eine Obliteration der Gefässnetze mit nachfolgender Atrophie infolge von Koagulationen in den Kapillaren. Letztere Untersuchungen, deren mikroskopischer Teil von S. Fabozzi ausgeführt wurde, bilden auch den Inhalt einer weiteren Publikation.[1]) Hier wird die genaue Methode angegeben, wie mittels des Oudin'schen Resonators der mit einer Sekundärspule von 50 cm Funkenstrecke bei primärem Betrieb mit 3—4 Ampères die Haut des Kaninchen in fünf sich folgenden Tagen 20 Minuten lang behandelt wurde. Hierauf wurde eine Zeitlang gewartet, und während die Reizphänomene zurückgingen, Hautstückchen extirpiert und mikroskopisch studiert. Das Resultat war, dass die Hornschicht vollkommen zerstört war, die Epithelzellen sich in verschiedenen nekrobiotischen Phasen befanden, wobei viele Zellen in Piknose und Kariorexis zu sehen sind. Reichlich Leukozyteninfiltration sowohl zwischen denselben als auch im Unterhautzellgewebe; die Kapillaren daselbst zersprengt mit Blutextravasat in das Gewebe. Dieselben Bilder finden sich auch in den Tieren, die mit dem Tesla'schen Transformator gereizt werden.

Piccinino und Sbordone[2]) behandeln das Trachom mit dem hochgespannten Strome. Man hatte zwar schon vorher die Elektrolyse der einzelnen Knötchen geübt, das Verfahren wurde aber bald wegen der grossen Schmerzen aufgegeben. Sie unterzogen nun sechs Fälle der Hochspannung dadurch, dass sie aus einer spitzen Metallelektrode, die mit einem Oudin'schen Resonator in Verbindung stand. Büschelentladungen direkt auf die vorher mit Kokaïn anästhesierte trachomatöse Konjunktiva zukommen liessen. Der elektrische Büschel, welcher von einer Sekundärspule mit 40 cm Funkenstrecke, die von einem Strassenstrome von 5 Ampère unter 110 Volts betrieben wurde und im Spintherometer vier grosse Leydener Flaschen besitzt, hatte die Länge eines Zentimeters und wurde gut vertragen. Die ersten Versuche wurden mit einem Tesla'schen Transformator gemacht, da dessen Büschelentladung aber stark reizend und schmerzhaft war, gingen sie auf die Oudin'sche Disposition über. Die Dauer der einzelnen Applikation ist 2 Minuten, die Heilung trat ein nach 3—6 Sitzungen, die 3—4 Tage voneinander abstanden.

Halfon[3]) in Turin versucht bei Diabetes mellitus (in zwei Fällen) die hochfrequenten und hochgespannten Ströme (Arsonvalisation und Tesla's Ströme) und fand nur eine Gewichtsabnahme ohne günstigen Einfluss auf die Zuckerausscheidung.

Rossi Marcelli[4]), der bei einer diabetischen Frau monatelang eine täglich genaue Stoffwechseluntersuchung ausführte, während er sie verschiedenen Behandlungen aussetzte, versuchte, nachdem er die Nutzlosigkeit der Sauerstoff-

---

[1]) G. Arienzo e S. Fabozzi. Sull'azione fisiopatologica delle correnti ad alta frequenza ed alta tensione sulla cute normale. Ricerche istologiche. Annali di elettricità medica a ter fisica. A. II. 1903. F. 11, S. 331.

[2]) F. Piccinino e G. B. Sbordone. Un nuovo efficace trattamento del tracoma con l'elettrico. Annali di elettricità medica. II. 1903. H. I.

[3]) A. Halfon (Turin). Contributo allo studio delle correnti ad alta frequenza e ad alta tensione (Te. Progresso medico. A. 2°, No. 3.

[4]) A. Rossi Marcelli. L'alta frequenza, il bagno di luce e le injezioni rettali di ossigeno in rapporto al ricambio di una diabetica. Annali di elettricità medica. A. II. 1903, No. 11, S. . 50 und 12 Seite 363.

Digitized by Google

klysmen und innerer Mittel dargetan hatte, auch die Arsonvalisation, die er jeden zweiten Tag im grossen Solenoidkäfig ausführte, durch einen ganzen Monat. Dabei sank die ersten Tage die Zuckerausscheidung, aber nur transitorisch, um bald wieder die gewöhnlichen Mittelzahlen zu erreichen.

Hierauf experimentierte er durch 55 Tage mit dem elektrischen Lichtbade, wobei er wieder eine Verminderung des Harnzuckers fand, aber auch hier durch ungefähr 20 Tage, während welcher Zeit die Kranke an Gewicht zunahm. Nachher nahm die Krankheit wieder ihren chronischen Verlauf unverändert auf.

Somit stellt sich der Autor unter den Skeptikern der physikalischen Behandlung der Zuckerharnruhr.

F. Blasi[1]) behandelt zwei Fälle von Lupus mit der Hochfrequenz. Der erste Fall ist tuberkulöser Natur und dauert seit einem Jahre, der andere währt seit vier Jahren und gehört zum Lupus erythematosus. Die Behandlung bestand in Funkenbesprühung, welche dadurch erreicht wurde, dass der Autor die zwei Enden eines Oudin'schen Resonators kleinen Models mit den äusseren Belägen des Spintherometers in Verbindung setzte und dann von einer Stelle des Solenoides einen Draht ableitete, der mittels einer spitzen Metallelektrode zum Kranken, welcher in Drahtableitung stand, führte: somit kein Resonanzstrom, sondern direkte Kondensatorentladungen. Versuche mit dem Tesla'schen Transformator erschienen schmerzhafter und liessen die behandelte Stelle bluten, wurden somit bald aufgegeben.

Die behandelten Stellen bedeckten sich mit dicken, schwarzen Krusten, nach deren Abfall eine gerötete, aber gesunde Haut zurückblieb. Die Heilung fand ohne Narben statt: die Kranken entzogen sich der Behandlung, bevor alle kranken Stellen dieselbe erreicht hätten. Der Autor plädiert für die Hochfrequenz, besonders für die Leichtigkeit und Bequemlichkeit der Applikation, die sie vor der Lichtbehandlung voraus hat und für die rasche Reaktion, ich glaube aber kaum, dass die Patientin gerne die Schmerzlosigkeit und die Reinlichkeit der Phototerapie mit dieser bekrustenden Funkenkauterisation vertauschen werden!

Ueber Radiotherapie haben wir eine experimentelle und einige klinische Arbeiten.

Unter der Leitung Sgobbo's sucht Carugno[2]) den Standpunkt der Enthaarung mittels Röntgen-Strahlen klarzulegen und bestrahlt 15 Meerschweinchen in verschiedener Weise: einige am Rücken in einer mit Bleischirmen beschränkter Stelle, andere in ähnlicher Weise am Bauche, bei anderen ganz ohne Bleischutz. Die Spannung entsprach einer 25—30 cm-Funkenstrecke; die dazu verwendete Spule konnte bei Maximalleistung bis 50 cm lange Funken geben mit Quecksilbermotorunterbrecher.

Die Bestrahlung am Rücken gab negative Resultate. Am Bauche zeigen Haare keine Veränderung in der Farbe und fallen ab 12—28 Tage nach der ersten Bestrahlung, welche bis zu diesem Punkte jeden zweiten Tag wiederholt wird. Die haarlose Stelle zeigt Abschürfung der oberflächlichen Epidermisschichte. Nach 25—40 Tagen beginnt der neue Haarwuchs, der anfänglich blasseres Produkt gibt, nachher aber die normale Grösse und Farbe erreicht.

[1]) F. Blasi. Bibliografia e contributo alla terapia elettrica del lupus. Annali di elettricità medica. A. II. S. 6., 1903.

[2]) F. Carugno. La depilazione coi Raggi X. Studio sperimentale. Giornale di elettricità medica. A. IV. S. 201, 1903.

Digitized by Google

Die histologische Untersuchung der bestrahlten Haut lässt ersehen: eine Verdickung der Hornschichte, eine Verwischung deren Abgrenzung von den epithelialen Elementen, welche auch in ihrer Form verändert sind, indem sie eine spindelförmige Verlängerung angenommen haben; die Zellenkerne der Keimhaut sind hie und da verändert, von grösseren Perinuclearräumen umgeben; die Kernkörperchen schwächer gefärbt. Das Derma zeigt fast keine Alteration, nur die Haarbälge sind an Zahl vermindert. Keine demonstrierbaren Veränderungen in den Nervenendigungen. (Oudin hatte die Radiodermitis auf peripherische Neuritiden bezogen.)

Nach diesen Befunden glaubt der Autor, dass die Wirkung der Röntgenstrahlen mehr chemischer Natur sei und nicht als Folge neurotrophischer Störungen zu erklären sei.

Die Resultate seiner Experimente sind, dass die Stärke der Haut und Dicke der Haare bedeutende Unterschiede in der Reaktion X-Strahlen gegenüber verursache (am Rücken der Meerschweinchen kein Haarausfall, am Bauche immer): die Dauer der einzelnen Bestrahlungen hat grossen Einfluss auf den Zeitpunkt des Beginnes des Haarausfalles; die Enthaarung ist immer nur temporär und erklärt sich mit histologischen Veränderungen, ausschliesslich in der Epidermis. Solche Schlussfolgerungen entsprechen natürlicherweise seinen Experimenten und dürften einen Wert haben als Erklärung, dass die Depilation ohne Radiodermitis in den meisten Fällen nicht Stand hält und nur ähnlich den chemischen Depilatorien wirkt. Tatsächlich haben viele Radiotherapeuten auch in homine nicht bessere Resultate gehabt. Was sagen aber dazu die Herren Freund und Schiff?

F. Blasi[1]) bringt nach reichlichen historischen Berichten über die Radiotherapie des Lupus einen persönlichen Beitrag von sechs so behandelten Fällen. Er vergleicht sie mit der Applikation der Hochfrequenzstrombüschel auf die Lupusknoten selbst und gibt den Vorzug den X-Strahlen

1. weil diese den Kranken keine Belästigung hervorrufen — nach Erfahrung des Referenten spüren statt dessen die Kranken, falls die Lupusinfiltration eine gewisse Tiefe und Ausbreitung hat, eine schmerzhafte Spannung im kranken Gewebe, die einige Stunden nach der Bestrahlung andauert;

2. weil die Ausführung leicht ist und kein Hilfspersonal benötigt;

3. die dazu notwendigen Instrumentarien nicht kostspielig sind: das kann vielleicht für diejenigen, die schon eine komplette Einrichtung für Radiographie besitzen, gelten, in welchem Falle es sogar nichts kostet; aber die modifizierten Phototherapielampen sind jedenfalls billiger als die einfachste Apparat-Zusammenstellung für X-Strahlen, falls sich einer sie gründlich anschaffen soll;

4. die Dauer der Behandlung ist geringer als mit anderen Mitteln;

5. sind die Narben unsichtbar und nicht hässlich; letzteres gilt aber ebensogut für die Phototherapie.

Speziell über Lichtbehandlung haben wir ebenfalls zwei therapeutische Arbeiten, die eine mit scheinbarer allgemein-pathologischer Experimentation, welche aber nur die Kontrollprobe der erfolgten Besserung wird.

Da Professor Dionisio seit dem Jahre 1902 die Ozaena mit guten Resultaten mittels Beleuchtung der Nasenhöhlen behandelte, wollte Dr. Casassa[2])

[1]) F. Blasi. I raggi X nella cura del lupus. Annali di elettricità medica e terapia fisica. 1903, No. 11, S. 340.

[2]) A. Casassa. Ricerche sperimentali sulla radioterapia nell'ozena. Giorn. di elettricità medica. A. IV. 1903, No. 6, pag. 243.

Digitized by Google

experimentell auf den Grund solcher Heilungen kommen. Er beginnt mit der Feststellung, dass die bakterielle Ätiologie dieser Krankheit nicht bewiesen ist, trotzdem beziehen sich seine Versuche ausschliesslich auf die Wirkung des Lichtes auf die Virulenz von Reinkulturen des bacillus mucosus ozaenae in vitro. Eine erste Reihe von Injektionen an Kaninchen und Meerschweinchen von Kulturen, die dem Sonnenlichte oder der Auer'schen Lampe ausgesetzt worden waren, gibt ihm nur negative Resultate. In einer zweiten Reihe behandelt er die Nasenschleimhaut der Kranken mit dem von Dionisio in der Klinik gebrauchten Radiatoren (worüber er aber keine Nachrichten gibt und nur auf dessen Kommunikation bei der Turiner Akademie verweist), nimmt denselben Krusten aus der Nase in gewissen Perioden, züchtet aus diesen Reinkulturen des bacillus mucosus und findet, dass während vor und in den ersten Wochen der Behandlung solche Kulturen weisse Mäuse sicher töten, nach ungefähr 60stündiger Bestrahlung (was in einem Monate geschah) die Krusten steril bleiben und deren Aufschwemmung den Tieren vollkommen unschädlich waren. Daraus will er schliessen, dass die Behandlung nicht ausschliesslich baktericid sei, da die in vitro sich nicht als solche erwiesen hat, sondern auch auf den Zustand der Schleimdrüsen der Nase wirke.

Bezüglich des Titels der Arbeit muss ich hervorheben, dass wir gewöhnt sind, unter Radiotherapie die Behandlung mit X-Strahlen zu benennen und dass die Lichtbestrahlungen Dionisio's und Casassa's der Phototherapie angehören.

G. Arienzo[1]) nimmt sich vor, infolge der vielen Publikationen über die verschiedenen Wirkungen monochromatischen Lichtes praktisch die anesthesierenden, stimulierenden und trophischen Effekte des blauen Lichtes zu untersuchen. Er beginnt mit der ersten Wirkung und behandelt dazu sechs Fälle von Neuralgien mit einer 30kerzigen Edisonlampe aus blauem Glase, deren Strahlen er mittels einer Metallglocke konzentriert und aus einer Entfernung von 15 cm auf den schmerzhaften Nerv fallen lässt.

Vier davon sind Trigeminusneuralgien, eine bezieht sich auf den Nervus auriculo-temporalis und eine auf den Nervus spermaticus. In allen Fällen sah er eine Linderung der Schmerzen, in zwei erhielt er nach 10 Sitzungen vollkommene Heilung.

Hierauf frägt sich der Autor, auf welchem Wege die blauen Strahlen einen Einfluss auf die Schmerzen ausüben? Ob auf den Nervenstamm modifizierend oder durch Beeinflussung der Blutzirkulation? Nach seiner Auffassung ist die anästhetische Fähigkeit dem blauen Lichte eingeboren, ähnlich wie einigen Medikamenten antineuralgische Wirkungen zukommen, ohne dass wir imstande sind, die geheime Kraft zu erklären. In den Schlussbemerkungen will er aber auch dem vasokonstriktorischen Faktor des blauen Lichtes eine gewisse Wichtigkeit beimessen!

IV.

Vom historisch-bibliographischen Standpunkte haben wir die schon erwähnte Arbeit Blasi's[2]) zu Anfang des Jahres 1903 über die Phototherapie Finsen's, über alle Modifikationen, welche an seiner Lichtquelle nach und nach gemacht wurden von Fouveau de Courmelle und Trouvé, von Lortet und Genoud und

---

[1]) G. Arienzo. La luce elettrica bleu nella cura delle nevralgie. Annali di elettricità medica. A. II, No. 3, S. 67.

[2]) F. Blasi. Bibliografia e contributo alla terapia elettrica del lupus. Annali di elettricità medica. Anno II, 1903. H. 1, S. 6.

Digitized by Google

von Bellini, welche alle die gewöhnliche Bogenlampe dazu benutzen, dieselbe nur handlicher und billiger ausführen wollen; von Minin, der blauen Edisonlampen dieselbe Wirkung zuschreibt, von Kieldsen und Bang, welche in Eisenlampen grössere Reichlichkeit chemischer Strahlen finden; von T. Marié, dessen Bogenlampe dem Aluminium eine kräftige Wirkung verdanken soll; von Broca und Chatin, welche die Praktizität ihrer Einrichtung durch Abschaffung der Wasserabkühlung erreichen wollen und die geringere Erhitzung durch die verschiedenen Elektrodenkohlen beabsichtigen. Er behandelt die Versuche Leduc's, mittels Geisslerschen Röhren chemisch wirksame Strahlen hervorzurufen, die aber in den Händen Colombo's nicht die gewünschten Resultate gaben. Zitiert die Arbeiten Lesser's, Leredde's, Ziegelroth's und du Castel's mit der echten Phototherapie und die Knox's, Pusey's, Hahn, Albers Schönberg's und Scholtz's, welche glänzende Resultate mit der Radiotherapie erreichten, womit Loewald, Mowis und Dore nicht einverstanden sind. Er erinnert ausserdem daran, wie Geyser die häufig schmerzhaften Anfälle der Röntgenbehandlung mittels der Franklinisation lindern will. Wie Danlos mit elektrischen wirksamen Pasten, die er auf die kranken Stellen aufstreicht, rasche Resultate erreicht haben will. Wie Besnier, Gottheil und Berlin die Lupusbehandlung mittels Elektrolyse befördern und wie endlich Bisserié, Jacquot und Bordier der Hochfrequenz den ersten Platz einräumen.

Am Ende des Jahres gibt Arienzo[1]) einen Bericht über dasselbe Thema, nur mit Herodot beginnend und ohne eigene Forschungen hinzuzufügen, sich aber über die allgemein biologischen Effekte des Lichtes breiter äussernd.

A. Santoro[2]) gibt eine kritische Rundschau über die Behandlung der malignen Tumoren mit Röntgenstrahlen, wobei er 112 diesbezügliche Arbeiten bespricht und zur Schlussfolgerung kommt, dass die Frage noch sehr sub judice stehe.

A. Romano[3]) bespricht auch nur als Referent alle die Fortschritte der elektromagnetischen Felder und Wellen und deren Wichtigkeit in der Biologie und Klinik.

Mario Fontana[4]) gibt eine Statistik der Fälle, die er in Salsomaggiore behandelt, wobei als Neuheit hervorzuheben ist, dass er bei Arthritis chronica sich sowohl des dortigen Mineralwassers als Badelektrode bedient, als auch, dass er bei der Applikation des Fangoschlamms auf die kranken Gelenke die Wirkung steigert durch Galvanisation, welche ebenfalls mit dem Schlamm selbst als aktiver Elektrode eingeführt wird.

V.

Als technische Mitteilung beschreibt Sgobbo[5]) eine neue Lampe für Phototherapie, die er mit dem Ingenieur Buonocore modifizierte. Der kleine Apparat hat ungefähr die Form des allerersten Strebel'schen Modells. Im Focus eines paraboloiden Spiegels, welcher an einem hohlen Handgriffe fixiert ist, endet die Spitze einer beweglichen positiven Kohlenkerze. Die Neuigkeit ist, dass

[1]) G. Arienzo. A che punto trovasi ora la questione della luce nella biologia. Annali di elettricità medica. 1903. A. II. No. 12, S. 378.

[2]) A. Santoro. La radioterapia nei tumori maligni. Annali di elettricità medica e terapia fisica. A. II. 1903. S. 210.

[3]) A. Romano. I recenti progressi dei campi elettromagnetici e delle onde elettromagnetiche nella biologia e nella clinica. Annali di elettricità medica. A. II. 1903, S. 315.

[4]) Mario Fontana. Delle cure fisiche ed in particolar modo dell'elettroterapia come compimento della cura di Salsomaggiore. Annali di elettricità medica. Anno II. f. 4. e 5.

[5]) Sgobbo e Buonocore. Un altro apparecchio per fototerapia. Giornale di elettricità medica, 1903. A. V. No. 2. S. 51.

Digitized by Google

die negativen Kohlen in dreifacher Zahl wie ein Kranz um 120° voneinander abstehend und um 45° gegen die Axe der positiven Kohle geneigt sind. Vor dem Spiegel ist der Kompressor fixiert, der zugleich mit einem Kühlapparate versehen ist, welcher das Wasser auch in den Wänden des Spiegels zirkulieren lässt. Das Drehen eines Riegels an einem Schraubengange erlaubt in sehr praktischer und einfacher Weise das Nähern und Entfernen der vier Kohlen.

Die Konstanten für den Betrieb des handlichen Apparates, der wegen der eigentümlichen Disposition über grosse Lichtmengen verfügt, sind 45 Volts und 8—10 Ampères.

D'Arman[1]) beleuchtet wieder die technische Frage, wie man eine Sekundärspule abstufen könne, dass sie zugleich für Faradotherapie, Jodko's Volta-monodischen Strom und zum Instandsetzen von Röntgen'schen Röhren dienen könne. Das Problem ist dadurch gelöst, dass die sekundäre Spule, wie im Dubois-Reymond'schen Schlitten beweglich ist und dass auch der magnetisierbare Eisenkern ausziehbar ist. Der Maximalfunke, den er erreichen kann, ist von 35 cm, womit er in kurzer Zeit gute Radiographien erreicht. Zweck dieser Publikation ist, die historische Entwickelung seiner Studien hervorzuheben und die Priorität der Idee der variablen Autoinduktion zu bewahren, was er dadurch erreicht, dass er zwei getrennte aber vereinigbare Sekundärspulen gebraucht.

Diese sind die relativ spärlichen Leistungen des Jahres 1903. Man sieht dabei deutlich die Tendenz, die viel gepriesenen und teilweise commerciell auf den Markt geschleuderten neuen Energiequalitäten auf ihre wahren physiologischen Wirkungen zu prüfen, um nicht mit zugebundenen Augen nur der Reklame Zutrauen zu spenden. Man sieht aber auch eine gewisse Nachlässigkeit gegen die wirklich erprobten gediegenen Leistungen der herkömmlichen Elektrobiologie und Therapie, als ob man dem Modeteufel nachlaufend keine Zeit hätte, sich auch der alten, guten Freundin etwas zu widmen. Es scheint fast, die Autoren fürchten, von immer neuen Errungenschaften überrumpelt zu werden und wollen nicht, man könnte sagen, ein anderer wirke mit Erfolg, während sie noch nicht wissen, was dahinter stecke.

Zufriedenstellender ist die Thatsache, dass nunmehr die ganze Medizin in Bereiche jener Elektrotherapie eingeschlossen wird, welche bis vor kurzem nur die bescheidene Dienerin der Nervenheilkunde war.

Neapel, im Mai 1904.

II. Ausführliches Referat.

Ueber die äusseren Zeichen der Aktivität.

Von **M. Lambert,** Nancy.

Zentralblatt der Physiologie. 1904, Bd. XVIII, No. 1.

Lambert reiht den von uns im März-Heft mitgeteilten Versuchen von Harnack andere an, wobei durch die Fingerspitzen bei blosser Annäherung an eine äusserst bewegliche, sehr leichte Nadel Ablenkungen erzielt wurden, und die von jedermann wiederholt werden können.

---

[1]) D. D'Arman Sul miglior modo di render graduabili i rocchetti per radiografia. Annali di elettricità medica. A. II. No. 6. pag. 163.

Digitized by Google

Ein kleiner Papierstreifen wird in der Mitte auf die Spitze einer Nadel gesteckt, deren Kopf etwa in einem Kork befestigt ist. Bei Annäherung der Fingerspitzen in leicht aneinandergelegter Stellung bewegt sich der Streifen hin und her, und zwar sind die Bewegungen für beide Hände nicht immer dieselben. Herr Dumont hat diesen Versuch auch angestellt, und zwar indem der Papierstreifen auf mannigfache Arten befestigt wurde und mehrfache Formen erhielt, als Stern, Scheibe usw. Besonders auffallend ist folgender Vorgang: die Hände werden rund um dem stillstehenden Papierstreifen angenähert, und zwar so, dass beide einen Kreis bilden und die eine Hand mit dem radialen Rande, die andere mit dem ulnaren Rande auf dem Tisch ruht. Somit berühren die Fingerspitzen jeder Hand den Handteller der anderen. Der Streifen bewegt sich alsdann in der Richtung der Finger, d. h. von der Fingerwurzel bis zur Fingerspitze derselben Hand. Er bewegt sich als in der Richtung des Uhrzeigers, wenn die linke Hand auf dem ulnaren Rande ruht, umgekehrt, wenn sie auf der radialen Seite ruht. Ist der Streifen im richtigen Gleichgewicht, so kann die Kreisbewegung längere Zeit andauern. Es sei bemerkt, dass der Versuch im luftstillen Raume und bei äusserst leichter Beweglichkeit vorgenommen werden muss, unter diesen Bedingungen aber leicht gelingt. L. möchte momentan keine Erklärung dazu geben, doch hält er es für richtig, anzudeuten, dass sich die Lebenskraft nach aussen durch verschiedene Reaktionen kundgeben kann, sei es elektrische, kalorische, zeitweise lichterzeugende usw. Besonders wichtig sind Professor Charpentier's kürzlich gemachte Entdeckungen, nach denen die Tiere bedeutende N-Strahlenquellen waren; derselbe hat auch in letzter Zeit zahlreiche Versuche über ihre Aussendungsbedingungen, oder über ihre Wirkung im Organismus veröffentlicht. Es ist bekannt, dass jene durch Prof. Blondlot entdeckten N-Strahlen (sogenannt, weil N der Anfangsbuchstabe von Nancy ist, wo die Versuche angestellt wurden) unter anderem die Eigenschaft besitzen, die Phosphorenszens zu verstärken. Man brauche nur im Dunkeln einen kleinen, einen Augenblick dem Tageslicht ausgesetzten Schirm mit Schwefelcalcium einem N-Strahlen aussendenden Körper zu nähern, alsbald verstärkt sich die Phosphoreszenz des Schirmes. Prof. Meyer hat solche Strahlen in den Pflanzen nachgewiesen. Durch die Feststellung der Tatsache, dass die löslichen Fermente ebenfalls N-Strahlen im Laufe der durch sie bewirkten Umwandlungen erzeugen, ist L. selbst zur Erkenntnis gelangt, dass sie das blosse Resultat verschiedener chemischer Vorgänge begleiten. Prof. Blondlot hat N-Strahlen aus zahlreichen Körpern bei Druck nachweisen können; solche mit fortwährendem „Molekularzwang", wie z. B. gehärteter Stahl, erzeugen fort und fort N-Strahlen. N-Strahlenerzeugung ist somit ein sehr allgemeines Zeichen der Aktivität. Es scheint, dass man sie zu den wichtigsten Zeichen derselben bei lebenden Wesen zählen muss, obwohl schon die zahlreichen mit ihnen angestellten Versuche behaupten lassen, dass es sich hier nicht um einen Gegensatz zwischen den physiologischen und physikalischen Kräften im vitalistischen Sinne handelt. Da höchst wahrscheinlich die Wirkungen der N-Strahlen viel zahlreicher als die bis jetzt beschriebenen sind, dürfte es zweckmässig erscheinen, bei der Erklärung von Versuchen, wie sie Harnack anführt, darauf Rücksicht zu nehmen. Es schien L. darum von Bedeutung, obiges zu veröffentlichen.

Digitized by Google

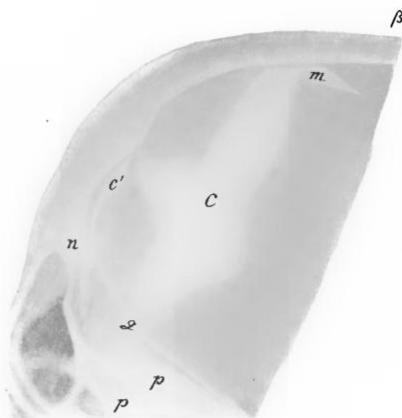


Fig. 4.

po

β

b

Digitized by Google

Zeitschrift für Elektrotherapie
und die physikalischen Heilmethoden.

Band VI. 1904. Heft 7.

A. Abhandlungen.

I.

Ein weiterer Beitrag zur Radiologie der Kopftraumen.[1])

Von Professor Dr. **Moritz Benedikt.**

(Mit einer Tafel.)

Wie so oft die Kunst der Wissenschaft und wissenschaftlichen Technik vorauseilt, so ist es auch in der Frage der Perspektive der Fall gewesen. Wir haben es schon verlernt uns zu verwundern, wenn wir eine Federzeichnung oder eine Radierung von Rembrandt betrachten und sehen, welche Wunder von Plastik und Perspektive durch einfachsten Kontrast von Licht und Schatten und deren Nuancen auf flachem Papier oder auf einer Kupferplatte hervorgezaubert werden können, oder wenn uns dasselbe Wunder mittels Beschattung und Belichtung von Farben, z. B. bei einem Freilichtmaler wie Rubens oder bei dem tiefsinnigen Licht-Poeten Rembrandt entgegentritt.

Wir sind eigentlich erst spät darauf gekommen, die Natur bei dieser Kunstfertigkeit zu erlauschen. Zwar die Leistung der Netzhaut konnte uns eine Vorahnung liefern; aber beim Auge spielt für das Bewusstsein der Plastik das Muskelbewusstsein mit und sogar das Zusammenwirken beider Augen. Die wissenschaftliche Lehre hinkte dem künstlerischen Kenner nach. Die unendliche Kunstfertigkeit der Natur durch Handhabung von Licht und Schatten Plastik und Perspektive zu erzeugen, haben wir erst durch die aus wissenschaftlichen Versuchen hervorgegangene Technik der Photographie kennen gelernt. Auf der dünnen lichtempfindlichen Schicht der Platte können durch die verschiedenen Stärken des direkten und zurückgeworfenen Lichtes weit ausgedehnte Landschaften und Hintergründe mit aller lebenden und toten Staffage als Bilder erzeugt werden.

Naturgemäss soll Ähnliches auf der empfindlichen Fläche durch Röntgenlicht bewirkt werden, wobei die Plastik durch die Differenzen

[1]) S. „Zur Röntgendiagnostik der traumat. Neurose". W. med. Presse 1903, No. 26.

Digitized by Google

und Verhältnisse der Lichtdurchdringung erzeugt werden. Das beobachten wir auch bis zu einem gewissen Grad z. B. beim Röntgenbilde der Brust. Es ist eigentlich von jedem Röntgenbilde vorauszusetzen, dass durch die relative Durchdringlichkeit oder Undurchdringlichkeit eines jeden Teiles der durchdrungenen Masse die lichten Stellen des Bildes weiter aufgehellt oder verdunkelt oder die Schatten gemässigt oder vertieft werden.

Dieser Satz der theorethischen Erkenntnislehre schien von der Erfahrung vollständig desavouiert zu werden, jedoch wie wir sehen werden, nur scheinbar.

Bei Durchleuchtung des Bauches z. B. bekommen wir wenig zu sehen. Warum? In zwei Fällen von ungewöhnlicher Abmagerung durch hysterische Inappetenz und Nahrungsabstinenz — beide 16jährige Mädchen wogen je 24 Kilo! — konnte ich schon im Schirmbilde alle Organe deutlich sehen und sogar bei der einen Kranken die Hufniere erkennen. Wir werden die Ursachen des schlechten Erfolges ungewöhnlicher Fälle kennen lernen.

Von den Kopfbildern wurde behauptet, dass man nur das Knochenbild erhalte, und ich war mit meiner entgegengesetzten Ansicht noch auf dem Kongresse in Bern vereinsamt.

Eine kurze Ueberlegung wird uns aber zeigen, dass die allgemeine Anschauung eine absolut unhaltbare sei.

Dies geht schon aus der groben Tatsache hervor, dass wir auf dem Profilbilde nicht nur die Stirnhöhle einer Seite, sondern gewöhnlich auch jenes der anderen propeat finden. Noch auffallender und beweisender ist die Tatsache, dass wir nicht nur auch die Siebbeinzellen zu sehen bekommen, sondern sogar die Keilbeinhöhle, wobei die Strahlen vier dieser Knochenwände durchdringen müssen. Auf hervorragend gelungenen Profilbildern des Kopfes kann man sogar die Coucha und die Bogengänge deutlich sehen und ebenso einen Durchschnitt des Gehörgangs.

Fragen wir uns wie es komme, dass besonders grade die kleinen Strahlen der Schädelknochen — und ebenso die Strahlen der Gewebsknochen — so deutlich zum Abdrucke kommen, trotzdem sie durch dichte Knochenschichten von der Platte getrennt sind, so werden wir die Antwort aus der Eigenart des Röntgenlichtes erfahren. In der Luft wird dieses Licht stark diffundiert; es entsteht so eine Art von Glanz mit starker Spiegelung. Dies wirkt auf die Platte. Ist in einem Raume — wie in der Brust — ein sehr grosser Luftraum vorhanden, so hindert die ausgedehnte Spiegelung die deutliche Erscheinung der anderen Gebilde

Digitized by Google

auf der Platte. Darum sehen wir die Bronchien nicht und auch so undeutlich den Aortenbogen.

Dieselbe Spiegelungskraft besitzt offenbar auch das Fett und wegen der zu breiten Spiegelung von Luft und Fett bekommen wir im Bauchbilde die Organe nicht deutlich zu sehen, und darum sieht man, wie erwähnt, bei abgemagerten Personen mit leerem Darme so gut. Es gibt aber noch einen anderen Grund, welcher hindert, dass die gesamten Durchleuchtungsverhältnisse auf der Platte zur Geltung kommen. Das Röntgenlicht ist ein unruhiges, ein wirbelndes. Dadurch mischt sich in das direkte Lichtbündel eine Bewegung aus den benachbarten hinein und es wirkt also Licht von allen Seiten auf ein umschriebenes Plattenfeld ein, und dadurch wird das direkte Bild „verschleiert".

Es scheint Gewebe zu geben, welche Wirbelbildung des Lichtes und der Aufnahme von Wirbeln Widerstand leisten, also die Diffusion des Lichtes mehr begünstigen; zu diesen Geweben scheint das Gehirn zu gehören.

Wir haben gelernt die Seitenwirbeln aufzuhalten und dadurch die Bilder deutlicher, plastischer zu machen und zwar durch die Anwendung von Abblendung (durch Diaphragmen).

Man hat ursprünglich dieselben am Bauche angewendet, in der Meinung durch Kompression zu wirken. In der Tat spielt aber diese mechanische Wirkung eine geringe Rolle, wie wir aus dem mächtigen Einflusse bei der Anwendung der Abblendung am Kopfe sehen. Es ist eben die Abhaltung von Seitenwirbeln die Hauptsache. In der Vervollkommnung der Diaphragmenanwendung liegt einer der Schwerpunkte des weiteren Fortschrittes in der Hervorrufung guter Röntgen-Lichtbilder.

Es muss also a priori zurückgewiesen werden, dass das Massiv des Gehirnes und Veränderungen in den andern Weichteilen ohne charakteristischen Einfluss auf das Bild bleiben sollen.

Betrachten wir nun ausgezeichnete Profilbilder — am besten das Negativ von der Schichtseite aus — bei günstiger Tagesbeleuchtng am Spiegelapparate mit Mattscheiben. Man sieht oft sicherer, wenn man 1—2 Schritte zurücktritt und die verdächtigen Stellen von verschiedenen Gesichtswinkeln aus betrachtet. Wer gewohnt ist, mit phothographischen Platten umzugehen, sieht viel rascher und sicherer. Dass auch solche stumpfsinnig sein können, habe ich freilich auch erfahren. Es zeigt sich dann, dass das Knochengerüste naturgemäss das Bild am obern Rande vom grossen Unterhauptsloche bis zum vordersten Punkte der obern Wand der Augenhöhle beherrscht und ebenso die Basis des Schädels.

Digitized by Google

Unter dem Knochenrande der Circum ferenz taucht das Bild des Massivs des Gehirns auf, das in normalen Fällen für das Bild des Innenraums des Kopfes dominiert. Natürlich ist dieses Bild in seinem Grundtone optisch durch den Einfluss der beiderseitigen Seitenknochenhüllen ein anderes, als es des blossen Gehirns sein würde.

Das Massiv des Gehirns erscheint nun im Negativ als ein geichmässiges, graues Rauchbild.

Es ist selbstverständlich, dass dieses Gehirnbild beeinflusst wird 1. von jeder Veränderung der Durchdringbarkeit der seitlichen Knochen-Vorlagen und -Unterlagen, und man kann heute noch in vielen Fällen in Zweifel sein, ob man gewisse Veränderungen des Bildes auf solche in den Knochen beziehen wolle oder nicht. Weiter 2. wird das Gehirnbild beeinflusst durch Vorgänge an der Oberfläche des Gehirns. Dies wird am deutlichsten an der Peripherie des Gehirns in der äussersten Circum ferenz. Der Gehirnrnrand kann ganz deutlich erkannt werden: zwischen ihm und dem Knochenrande können sich auf der Platte lichte oder dunkle Stellen einschieben und man sieht z. B. das Bild der Gehirnkontur konkav nach innen eingebogen.

Die Undurchdringlichkeits-Bilder an der Randlinie des Gehirnes verschmelzen optisch mit jenem die Knochen und müssen in der Deutung erst von jenen getrennt werden. Wenn wir deshalb oft vom verbreiterten „Knochenschatten" sprechen werden, so verstehen wir darunter nicht bloss den Knochenschatten, sondern auch ihre optisch damit zusammenfallende Schicht.

Aber auch 3. Veränderungen an der Seitenbahnfläche des Gehirnes und innerhalb des Gehirnes und ebenso in der grossen Gehirnspalte müssen in vollendeten Bildern eine Nuance des Gehirnbildes erzeugen. Dies ist auch der Fall und man sieht am Negativ das Rauchbild des Gehirnes durchbrochen z. B. von lichteren Stellen, je nachdem die veränderten Stellen undurchdringlicher oder durchdringlicher als das Gehirn sind. Da man gewohnt ist, sprachlich auf dem Negativ vom Schatten zu sprechen, weil sie auf dem Positiv als Schatten erscheinen, so werde ich auch öfters von Schatten sprechen, wenn auch das Bild auf dem Negativ geschildert wird. Der Kenner wird zweifellos wissen, um was es sich handelt.

Würden wir bereits heute so vollendete Platten von den vorderen und hinteren Queraufnahmen haben, könnten wir in den meisten Fällen von den Ursachen der Bildveränderung sicherer aussagen, ob sie von Knochen-, oder von Gehirnoberflächen-, oder von Gehirnveränderungen

Digitized by Google

herrühren. Leider bin ich auch im Lesen von Frontalbildern noch nicht so eingeschult, wie in jenem der Profilbilder.

Die in dieser Abhandlung benützten Platten aus dem Laboratorium von Dr. Kienböck, der, wenn er nicht „Grundgesetze“ aufstellt, in seinen Darstellungen so verlässlich und eindringlich tatsächlich ist und der in bezug auf Technik über Virtuosität hinaus geradezu eine gewisse künstlerische Inspiration zeigt.[1])

Die Bilder sind natürlich mittels Abblendung angefertigt. Ihrem Werte kommt noch ein anderer Umstand zugute. Sie sind in aufrechter Stellung des Kopfes nach dem Prinzipe möglichst korrekter kathetometrischer Denkmethodik, so weit es ohne Präzisionsinstrumente möglich ist, durchgeführt. Kienböck hat nämlich eine einfache Vorrichtung angegeben, um z. B. die Medianebene des Kopfes der Plattenfläche parallel zu stellen. Meine kathetometrischen Erfahrungen bei der Einstellung des Kopfes kamen uns dabei zugute.

Die Bedeutung dieses Vorgehens wird jedem Fachmann einleuchten, der die Verwirrung der Kopflichtbilder kennt, die durch die Überkreuzung der gegenüber stehenden verschobenen Knochenwölbungen erzeugt wird. Vermieden wird freilich die Quelle dieser Verwirrung nie ganz werden und sie wird immer eine geschickte Entwirrung erfordern. Denn auch bei der exaktesten kathetometrischen Einstellung mischt sich die Asymetrie des menschlichen Schädels ein, die ich als „Privilége du genre humain“ bezeichnet habe. Die Stromstärke beträgt nur sechs Ampéres, es wird dieser Motorunterbrecher benutzt und können ca. 15 Unterbrechungen per Sekunde und exponiert wird durch drei Minuten ca. Diese Anwendung relativ geringer Stromstärke mit seltenen Unterbrechungen und längerer Exposition ist für die Plastik offenbar günstiger als die „Blitzmethode“. Die Platte befeuchtet sich, 60 cm vom beleuchtenden Spiegel. Durch diese Entfernung ist die natürliche Grösse des Kopfes annähernd erreicht.

Die Kontraste in den Platten, um die es sich in den hier mitzuteilenden Fällen handelt, sind teilweise so fein, dass sie zwar bei der Besichtigung der Platten für jeden nicht unbegabten Seher auch auf einige Schritte scharf in die Augen fallen, aber für die Reproduktion für den Druck durch photographische Klischees nicht geeignet sind. Ich habe mich daher nach Beratung mit dem Direktor der Hochschule für

[1]) Als ich jüngst Herrn Prof. Eder, unserem kompetentesten Kenner, solche Platten zeigte, war er im höchsten Grade über das von K. bereits erreichte technische Ziel erstaunt. Minderwertige Spezialisten stehen dieser Meisterschaft hilflos gegenüber und ihre Parallelversuche sind kläglich.

Digitized by Google

Reproduktions-Technik, Herrn Hofrat Eder, und mit dem Leiter eines bekannten Reproduktions-Ateliers, Herrn Löwy, entschlossen, die Bilder der Negativ-Platten zeichnen zu lassen und zwar, wie sich dieselben bei der Betrachtung von der Schichtseite darstellen. Sie sind daher optisch negativ, d. h. die undurchlässigen Stellen erscheinen licht und die durchlässigen dunkel und die Richtung ist so wie in den Positionen.

Ich will hier eine prinzipielle Bemerkung einschalten. Obwohl ich durch langes Hin- und Herwalzen eine in der Überlegung immer strengere Kritik an meinen Deutungsversuchen übe und ich zur Kontrolle immer wieder meine ganze Erfahrung aufrolle, und obwohl in den hier mitgeteilten Fällen die Deutung der Befunde so ziemlich zwingend sind wegen der Übereinstimmung mit den klinischen und den bekannten pathologisch anatomischen Tatsachen, so wünsche ich doch, dass die bedeutenden Fachmänner dieselben nur als Thesen, zur Diskussion bestimmt, ansehen. Man muss nicht bloss den Mut haben, für die Wahrheit einzustehen, sondern auch den Mut des Irrens. Ein ausgesprochener Irrtum hat den neuristischen Wert, die Aufmerksamkeit zu erregen und fördert so das endgültige richtige Erkennen. Dass man mit diesem doppelten Mute in einem korrupten Milieu persönlich schlecht fährt, erfahre ich hier täglich, und ehrliche Männer in ehrlichem Milieu dürften diese Erfahrungen kaum glaublich finden.

Dass bei der Doppelübertragung auf Zeichnung und von dieser auf die Klischees und Abdrücke viele Details und Nuancen verloren gehen, ist selbstverständlich. Mancher Kontrast wird greller, mancher mehr verwischt. In den folgenden Bildern ist das Knochenrandbild meist — als Negativ gedacht — zu dunkel, also der Schatten im Positiv zu hell.

Ich will nun auf die Mitteilung der Fälle übergehen. Es sind einfache Kopftraumen, ohne Komplikation mit Schreck-Neurose, die z. B. bei Eisenbahnunfällen zur Geltung kommt. Auch die allenfalsigen Anfangserscheinungen von Gehirnerschütterung im alten Sinne kommen zur Zeit der jetzigen Beobachtung nicht mehr in Betracht.

Die anatomische Grundlage der Symptome dieser Fälle ist aus aller Erfahrung zweifellos. Es sind entweder einfache Blutungen, oder Pachymeningitis, meist homorrhagica, allenfalls mit Knochensprüngen, Knochenabsplitterungen und sonstigen Reaktionsveränderungen in den Knochen gepaart. Die Unzweideutigkeit der Lokalisation ist bei diesen Fällen aus klinischen Erscheinungen ebenfalls meist unzweideutig. Deshalb können wir Abweichungen vom normalen Röntgenbilde, wenn sie der

Digitized by Google

Lokalisation und den längst bekannten anatomischen Veränderungen entsprechen, leichter deuten.

Beobachtung 1. Burian Bartolomeus erlitt im September 1903 einen heftigen Hammerschlag auf den rechten Stirnhöcker und es entstand daselbst eine äussere Blutgeschwulst. Er wurde momentan bewusstlos und leidet seitdem an heftigem Kopfschmerz und bei Anstrengungen und Wettersturz an „Wallungen" mit Betäubtsein. Bei der im November vorgenommenen Untersuchung (Protokoll 2425) zeigte sich eine grosse symmetrische Empfindlichkeit der beiden seitlichen Scheitelstirnbeingegenden und dort hatte auch der spontane Schmerz seinen Sitz.[1]) Perimelirbefund normal.

Es war also vom klinischen Standpunkte kein Zweifel, dass an den genannten Stellen der Kontre-Koup stattgefunden hat und dass sich dort mindestens ein Bluterguss vorfindet. Eine pachymeningitische Reizung, wenigstens in merklichem Umfange, konnte nach dem Verlaufe mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Ich liess nun am 11. Dez. eine Röntgenaufnahme beider Köpfe in der Profilansicht machen, wobei der grössere hintere Teil des Kopfes abgeblendet war.

Man sieht nun (in Fig. I) im Bilde der rechten Seite einen undurchlässigeren Herd (c) und ein ähnlicher kleinerer befindet sich in derselben Gegend auf der anderen nicht gezeichneten Seite.

Ist dieser „Schatten" ein physiologischer Knochenschatten? Bisher ist ein solcher nicht nachgewiesen worden. Sein Hervortreten könnte aber das Ergebnis der besseren Technik sein. Diese Reserve ist auszuschliessen, da der „Schatten" auf vielen gleich guten Profilbildern fehlt. Bemerkt sei jedoch, dass grade diese Stelle für Kopftraumen sehr empfindlich zu sein scheint. Es könnte nur ein pathologischer Knochenschatten sein. Da wir aber aus den klinischen und den bekannten pathalogisch-anatomischen Tatsachen mit der grössten Wahrscheinlichkeit annehmen müssen, dass an diesen Stellen eine Blutung stattgefunden hat, so liegt die Berechtigung vor anzunehmen, die Undurchlässigkeit dieses Herdes gegenüber dem umliegenden Gehirnbilde rühre von einer Blutung her.

Man sieht ausserdem in Fig. I bei φ eine bogenförmige undurchlässige streifenartige Stelle, die in oder auf der Gehirnmasse verläuft. Ich habe anfangs diesen Streifen als Knochensplitter gedeutet. Dieselbe Stelle befindet sich auch auf der andern — nicht gezeichneten — Seite. Auf die mit grösster Wahrscheinlichkeit zu machende Deutung dieses

[1]) Als Scheitelstirnbein bezeichne ich den behaarten Teil des Stirnbeins.

Digitized by Google

„Schattens", der in der Reproduktion nicht so deutlich ist wie auf der Platte, komme ich noch zurück.

Am 24. Februar 1904 untersuchte ich den Kranken wieder einmal klinisch genauer; sein Gesichtsausdruck war minder leidend und die Perkussionsempfindlichkeit hatte bedeutend abgenommen. Ich liess nun eine neue Aufnahme machen und gebe hier (in Fig. II) das neue Bild derselben (rechten) Seite wieder. Man sieht, der Herd (c) hat entsprechend dem klinischen Verhalten abgenommen und dasselbe Verhalten zeigte sich auf der andern Seite. Der φ-Schatten wurde in seinem hinteren Teile deutlicher, offenbar. weil früher dieser Teil im Herde (c) lag.[1])

Betonen möchte ich hier, dass die äussere Lamelle des Knochens hier durchlässiger erscheint, als im normalen Zustande und dieselbe Beobachtung habe ich bei anderen Fällen von Kopftrauma beobachtet. Während bei Kopfverletzungen die innere Lamelle meist undurchlässiger (also dichter) und verbreitert erscheint, scheint die äussere Lamelle poröser zu werden.[2])

Die Vergleichung beider Bilder wird jeden Unbefangenen überzeugen. dass die Herde c kein zufälliges Ergebnis sind und dass es sich um eine innere Kontusion handelte. Wie ist der „Schatten" φ zu deuten?

Seiner Lage nach entspricht er einer Sekundärfurche des ersten Stirnlappens, die ich in meinen anatomischen Gehirnarbeiten als φ-Furche bezeichnet habe. Es scheint mir unzweifelhaft — da die Furchen Gefässbahnen einschliessen — dass unser „Schatten" das Gefäss andeutet, aus dem die Blutung erfolgt ist und das hintere stärkere Ende ein stärkeres Gefässstück darstellt, in dem mehrere kleine Gefässe zusammentreffen.

Um diese Zeit erklärte der Chefarzt Burians, obwohl ich denselben durch Informationszettel auf dem Laufenden hielt, er werde entlassen, wenn er nicht arbeite. Der Versuch des Kranken fiel traurig genug aus. Nach drei Stunden brach er zusammen; die krankhaften Erscheinungen wurden selbst über das frühere Mass gesteigert und ich konnte den wütenden Schmerz nur durch Pointsche Feu und Unterhaltung von Wund-Eiterung einigermassen bändigen. Den früheren Besserungszustand hat er noch Ende April nicht erreicht.

Bei einer neuerlichen Aufnahme (25. Mai) Burians ist links keine Spur des Herdes und des Gefässschattens mehr nachweisbar. Letzterer ist auch rechts verschwunden und vom Herde ist auch rechts kaum mehr eine deutliche Spur vorhanden. Die Perkussionsempfindlichkeit

---

[1]) Das φ-Bild ist in Fig. I und II lange nicht so deutlich ausgefallen wie auf der Platte.

[2]) Auf diese grössere Durchlässigkeit der äusseren Lamelle wurde ich erst durch die Wiedergabe des unbefangenen Zeichners aufmerksam.

Digitized by Google

besteht nicht mehr und nur subjektive Klage über Eingenommenheit des Kopfes bei Witterungsänderungen und Anstrengungen.

Beobachtung 2. Wilhelm Jaroser, 37 Jahr alt, hat als Kind an Eclampsia infontilis gelitten. Mit 11 Jahren erlitt er einen Sturz über eine Stiege und seitdem ist er von schweren epileptischen Anfällen heimgesucht. Empfindlichkeit für Perkussion beider Schläfen- und Scheitelteile.

Vom klinischen Standpunkte haben wir in diesem mindestens einen einseitigen Herd von Pachymeningitis haemorrhagica in der Region der Zentralwindungen vorauszusetzen.

Das Röntgenbild (s. Fig. III) ergibt auch einen solchen undurchlässigeren Herd (c) in der Gegend der Zentralwindungen. (Der punktierte Herd gibt das Undurchlässigkeitsbild der anderen nicht gezeichneten Seite wieder).

Als pathalogisch ist noch die Einknickung der Gehirnzentren durch verbreiterten „Knochenschatten“ zu beachten. Sie findet sich im Stirnbogen über der Glabella und reicht bis zur Scheitelwelle (β = Bregma). Auch die „Knochenschatten“ am Hinterhaupte sowohl im untersten Teile der Schuppe als unterhalb der prominentia occipitalis (po) sind sehr verbreitert.

Vom rein technischen Standpunkte interessieren noch andere Stellen dieser ausgezeichneten Platte.

Man sieht die beiderseitigen höchsten Kanten des Augenhöhlendachs (ob), die vorderste Spitze der kleinen Flügel des Keilbeins (al), das Tuberculum (tb) und den Türkensattel (ac) des Keilbeins und dessen Clireus (cl), soweit er nicht von der Pyramide und deren Felsenband (Py) gedeckt ist, diese selbst, das Ospehosma mit der Coucha (ch) und einem Halbzirkelgange (sz), die Kontour des Warzenfortsatzes (ma) mit einem Bilde des Gehörganges (au), die Kolbenhöhle (s) usw. (Die Höhle der Coucha liegt vor, die des zirkelförmigen Kanals hinter den Bezeichnungen ch und sz). Das Bild der linken Seite zeigt von der Höhe der Haargrenze bis zur Scheitelhöhle eine nach aussen konkave Einknickung der Gehirnkontour durch den „Knochenschatten“.

Auch in der hinteren Hälfte des Scheitelbeins und besonders im unteren Schuppenteile des Hinterhauptbeines findet sich ebenfalls starke Einknickung der Gehirnkontour durch Verbreiterung des „Knochenschattens“. Der Herd in der Region der Zentralwindungen ist auf Fig. III angedeutet.

Dass die undurchdringlicheren Herde in der Gegend der Zentralwindungen pachymeningitische Herde bedeuten, dürfte zweifellos sein.

Was bedeuten die Verbreiterungen der Knochenschatten? Zunächst kann man an die Wälle der Pacchiomschen Gruben denken. Dass es

Digitized by Google

ein Unsinn sei, sich vorzustellen, dass die weichen Pacchiomschen Granulationen den harten Knochen aushöhlen, habe ich längst und öfters betont.

Bei den meningitischen Prozessen geht offenbar in der inneren Lamelle des Knochens ein komplizierter Prozess vor sich. Erst Erweichung, wobei das Eindringen der Granulationen möglich ist, dann Sklerosierung und Wucherung der Grubenwälle, während es scheint, dass die äussere Lamelle bei traumatischen Fällen poröser werden kann.

Auch die Dura mater wird erweicht und es können sich hermenartig Gehirnstückchen vorwölben.

Wir können also die Verbreiterung der Knochenkontouren auf die Wucherung der Wälle der Pacchiomschen Gruben schieben.

Jedoch ist diese Möglichkeit gewiss nicht die einzige.

Die pachymeningitische hämorrhagische Auflagerung auf die Gehirnoberfläche und die Anlagerung an den Knochen spielen höchst wahrscheinlich bei der Verbreiterung der Knochenkontur eine wichtige Rolle, so dass die Verbreiterung des Schattens nur scheinbar eine solche des Knochens bedeutet. Wir können röntgen-optisch die zwei peripheren Sehweiten an der Gehirnoberfläche von einander nicht unterscheiden.

Beobachtung 3. Cejka Josef, 22 Jahr alt, Kontorist, stürzte vor 6 Jahren vom Pferde. (Photographiert 15. Dez. 1903.) Dann allgemeine Erscheinungen: Gehirnerschütterung und Meningitis. Seitdem Hemigearesis sinistra und vorwaltend linksseitige Konvulsionen mit Bewusstlosigkeit und auch Anfälle von Petit wohl ohne Krämpfe. Bei den Krampf-Anfällen wird der Kopf nach links gedreht. Kopf- und Kreuzschmerzen. Dem Krampfanfalle gehen aufsteigende Empfindungen vom Magen voraus, dann treten Ohrensausen und Farbensehen auf. Dann erst erscheinen Bewusstlosigkeit und Krämpfe.[1])

Dass hier zunächst eine Oberflächenerkrankung am rechten Gehirne vorliegen müsse, ist selbstverständlich, und ebenso, dass diese vorwaltend Pachymeningitis haemorrhagien sei.

Da der Kopf beim Anfalle nach der linken Seite gedreht wird, also nicht nach der verletzten, so ist der Herd der Affektion am vorderen Rande des oberen Teils der vorderen Zentralwindung und in das Stirn-

---

[1]) Eine Eigentümlichkeit bei dem Kranken ist, dass man durch passive Drehung des Kopfes nach rechts den Anfall kupieren kann. Dass überhaupt bei zweifellos zentralen Epilepsien durch periphere Einwirkungen — z. B. durch Arterien-Kompression oder durch Temperaturanwendungen — Anfälle kupiert werden können, ist eine nicht gar zu seltene Erfahrung. Die Erweiterung dieser Tatsache ist hier unmöglich und ich will nur bemerken, dass man den Mechanismus der Anfälle von der Pathologie der Krankheit bis zu einem gewissen Grade trennen muss.

Digitized by Google

hirn hineinragend zu suchen. Bei Drehung nach der verletzten Seite ist bekanntlich das Zentrum der Drehung am hinteren Rande des obersten Teils der hinteren Zentralwindung gelegen.

Wir werden sehen, dass der Röntgenbefund in diesem Falle in seiner Deutung einige Schwierigkeiten darbietet.

Die Platte der rechten Kopfhälfte ist rein auch im Detail. Ich habe jedoch (in Fig. IV) nur den vordersten Teil bis zum Bregma (β) hier wiedergegeben. (Wie bei allen unseren Figuren ist die Zeichnung von der Schichtseite der Platte aufgenommen.)

Vor allem ist der „Knochenschatten" des Stirnteils des Stirnbeins über dem arcus supranasalis bis zur Haargrenze ungewöhnlich breit, und innerhalb des oberen dieser Bogen ist die Gehirnkontur sogar konkav eingeknickt. (In der Reproduktion erscheint dieser „Knochenschatten" viel zu durchlässig.) Leichtere Einknickungen der Gehirnkontur finden sich auch am hinteren Scheitelhirne. In der Nähe des Bregma (β) findet sich ein kleiner kegelförmiger, nach vorn gerichteter undurchlässiger Herd (m), der vielleicht von einem Knochensplitter herrührt. Unmittelbar vor dieser Stelle befindet sich ein langer von hinten und oben, nach vorn und unten in das Massiv des Gehirns hineinprojizierter Herd (c), der bis zur Basis reicht, und ein kleinerer solcher Herd befindet sich bei c'. Die Basis hinter der Stirnhöhle ist verändert. Während sonst zwei dünne Knochenschatten (ob) bemerkt werden, welchen die beiderseitigen höchsten Ränder des Orbitadaches bedeuten, sieht man hier diese Schatten sehr verbreitert (p. p.) und kaum deutlich von einander getrennt. Diese Tatsache ist bedeutsam, weil sie eine pathologische Veränderung der Basis im Bereiche der vorderen Schädelgrube andeutet. Höchst beachtenswert ist die Stelle bei n. Man sieht hier den Knochenschatten — handschuhartig sich teilen. Der vorderste geht in die hintere Wand der Stirnhöhle über, die mittlere senkt sich in das Gehirn ein, der hintere (g) geht durch das Gehirnbild zur Basis knieförmig hinab. Dieser Knieschatten erscheint öfters und stellt nach meiner Annahme den vordersten unteren Schenkel des Linus longitudinalio dar. Wenn dieses Knie erscheint, dürfte immer ein krankhafter Prozess an den Verlauf dieses Stückes sich anschliessen. Die Stelle n bedeutet wohl eine krankhafte Veränderung, die sich am Folx und am Sinus sich abspielt.

Auf der linken Seite (Fig. V) sieht man im ganzen Verlaufe des Stirn- und Scheitelhirnes beiderseits vom Bregma β (bei a_1, a, a) Einknickungen des Gehirns durch Verdickungen des „Knochenschattens", die wie alle diese „Verbreiterungsstellen des Knochenschattens" wohl die Bedeutung pachymeningealer Anlagerung haben.

Digitized by Google

In der zentralen Gegend, hinter dem Bregma (β) beginnend, findet sich ein an der oberen Grenze 3 cm breiter Herd (c), der sich sehr unregelmässig bis zum Clions des Keilbeines und zum Felsenbeine (P) hinabreicht.[1] Dieser Herd ist vielfach ausgebuchtet.

Die Deutung der Bilder dieses Falles bietet einige Schwierigkeiten, da er teilweise mehr enthält, als für die Symptomendeutung nötig ist und teilweise eine kleinere Ausdehnung des Herdes c der Fig. IV zeigt, als man a priori erwarten konnte.

Man hatte an der rechten Schädelhälfte vor allem eine Veränderung an den Zentralwindungen erwartet, während dieselbe nur an seiner oberen hinteren Grenze an die Konvulsionsregion hineinreicht und höchstens das von dem Zentrum jenes der Kopfdrehung (nach der entgegengesetzten Seite) erreicht. Ist letzteres der Fall, dann genügt der Befund, sich die Konvulsionserscheinungen zu erklären, da bei Ergriffensein eines dieser Zentren die Irradiation auf alle anderen und zwar nicht bloss derselben, sondern auch der anderen Seite eintritt. Die Konvulsionen von seiten des direkt erkrankten Konvulsionszentrums erscheint dann nun als Initialsymptom des ganzen Krampfanfalls. Aber auch wenn der Herd nur heranreicht, so ist seine Reizung schon imstande, die Konvulsion hervorzurufen. Es war und ist noch ein Irrtum der Neuropathologen, dass bei Rindenerkrankungen nur Konvulsionen entstehen, wenn der Sitz der Erkrankung innerhalb der sogenannten psychomotorischen Zentren sich befindet. Reizung der letzteren ist für das Auftreten der Konvulsionen massgebend, aber diese Reizung kann auch von anderen Rindenstellen durch Irradiation entstehen. Besonders z. B. werden solche Konvulsionen von der Region des Ammonshorns ausgelöst und sogar bei Reflex-Konvulsionen von peripheren Nerven aus. Da sensuelle Störungen (Magenempfindungen, Farbensehen, Ohrensausen) bei dem Kranken die ersten Zentralsymptome sind, so begreift man, dass der Herd keine Clusion der genannten Zentren sei.

Ich habe von jeher — z. B. in meiner Elektrotherapie vom J. 1868 — die Anschauung gehabt, dass es kein motorisches Zentrum im engeren Sinne auf der Gehirnrinde, d. h. kein Zentrum gebe, auf das willkürliche Bewegung anregende Bewegungsvorstellung direkt angreife. Ein solches Zentrum nahm ich stets als subkortikal an und besonders die elektrologische Erscheinung der Konvulsions- und Erschöpfungsreaktion in den peripheren Muskeln bei Konvulsionen führten mich zu dieser Ansicht. Ich nahm an, dass die kortikale Reizung das subkortikale Bewegungs-

[1]) Man sieht in Fig. V noch den Rand des Türkensattels (st), die Choaro (ch) einen halbzirkelförmigen Gang (sz) und die Kolbenhöhle (k) eingezeichnet.

Digitized by Google

Zentrum errege und durch Erschöpfung lohne. Wo die Lähmung eine dauernde ist, kann man heute mit Sicherheit annehmen, dass der kortikale Reizzustand einen sekundären anatomischen Erkrankungsherd setze, wenn nicht überhaupt a priori neben dem kortikalen Herde ein solcher im subkortikalen Zentrum — es handelt sich offenbar um einen Herd in einem Teile des Linsenkerns — gesetzt wird.

Bei einem Trauma ist diese Gleichseitigkeit nicht einmal sehr auffallend, da bei solchem mannigfache Blutungsherde mit sekundären Reizveränderungen nicht ungewöhnlich sind.

Ich muss hier noch eine prinzipielle, fundamentale Bemerkung machen. Wir dürfen nie vergessen, dass die Herde und Vorkommnisse, die wir auf der Röntgenplatte beobachten, Projektionserscheinungen auf der Platte sind. Es kann bei einem Profilbilde ein Herdbild erscheinen, das sich aus mehreren in verschiedenen Breiten und Höhen zusammensetzt, ohne dass dies plastisch zum Vorscheine kommen muss. Würden die Querbilder von vorn und hinten bereits jene Klarheit wie die Profilbilder haben, so würden wir darüber mehr Aufschlüsse bekommen, da dann die Teilbilder der verschiedenen Breiten auseinander gehalten werden könnten.

Auch unser Herd c in Fig. IV könnte aus einem oberflächlichlichen obern und aus einem weiter nach einwärts und weiter nach unten reichenden Herde zusammengesetzt sein, und vielleicht nicht nur in den Streifenhügel, sondern auch in den vorderen Teil des Linsenkerns hineinreichen. Dann wäre die Lähmung auch anatomisch erklärt. Sicherheit haben wir für einen subkortikalen Herd nicht. Dass aber ein oberflächlicher, kortikaler Herd pachymeningeal-hämotamatöser Natur vorliege, können wir aus den klinischen und den bekannten anatomischen Tatsachen mit Sicherheit behaupten.

Auffallend bleibt immer die Symptomlosigkeit des Herdes c der Fig V in der Region der Zentralwindungen der andern Seite.

Jedenfalls sind auf dieser Seite die Veränderungen an den Elementen der Gehirnoberfläche nicht zu ausgesprochen und ausgedehnt, als auf der anderen.[1])

Ich will bemerken, dass von dem Kranken auch eine hintere Queraufnahme gemacht wurde. Es zeigt sich ein medianer rundlicher Schatten, der seiner Stellung nach dem Keilbeine und den diesen angrenzenden Teilen des Felsenbeins entspricht. Dieser Schatten scheint ein gewöhnlicher und normaler zu sein.

---

[1]) Auch in Fig. IV und V erscheint die äussere Knochenlamelle teilweise durchlässiger als gewöhnlich.

Digitized by Google

Wenn wir aber in einem hohen Abschnitte, besonders im obern Teile der Schuppe oder noch höher, eine solche undurchlässige Stelle finden, so hat sie bei guten Bildern eine pathologische Bedeutung. Besonders bemerkenswert sind dann solche Schatten, wenn wir im Profilbilde einen Schatten beobachten, der bis zur Basis hinabreicht. Eine Deutung wage ich diesem Schatten noch nicht zu geben. Je weiter er zur Mittellinie gelegen ist, desto sicherer gehört er nicht einem Herde an der äusseren Oberfläche des Gehirnes an.

Beobachtung 4. Naumann, Ottokar, Schmied, 34 Jahr alt, erlitt am 29. Mai 1903 einen mächtigen Schlag auf den Kopf durch eine herabgeschleuderte Keule und es war im Beginne eine tiefe seitliche Wunde vorhanden. Der Kranke musste durch 3 Wochen das Bett hüten. Untersucht am 8. Januar 1904. Der Kranke klagt über Schmerzen und Hitze im Kopfe. Hochgradiger statischer Schwindel nach vorn und links, Patellarreflexe vermindert, Pupillenreflexe undeutlich. Augenbefund normal. Der Kranke stellte sich nicht weiter zur Beobachtung.

Man sieht auf dem Bilde der linken Kopfhälfte (Fig. VI) oberhalb der obersten Kanten (ob) der Orbitahöhlen an der Basis einen knieförmig gebogenen Schatten (bei g), der nach oben im Schatten des Stirnbeins ausgeht und nach unten und hinten sich in einen ungewöhnlich breiten Basisschatten übergeht. Von der innern Lamelle des Stirnbeins aus der Stirnhöhle ist er durch einen durchdrungenen Streifen getrennt und ebenso befindet sich eine solche hinter dem absteigenden Schenkel des Schattenknies.

Ich glaube nicht zu irren, wenn ich auch hier dieses undurchlässige Kniebild (g) auf eine pathologische Veränderung des vorderen absteigenden Schenkels des Sinus longitudinalis oder auf eine solche an demselben beziehe und die Verbreiterung der undurchlässigen Stellen der Basis, in welche ob und g übergehen, als Auflagerungen betrachte. Über der Haargrenze und in der Bregmagegend (β) sieht man zwei kolossale Verbreiterungen des Knochenschattens (d und e), und ebenso ist der Schatten des absteigenden Scheitelbeins und des Occymt sehr stark verbreitert. Der Herd d ist jedoch nicht ganz oberflächlich.

Es ist wohl kein Zweifel, dass hier mächtige Auflagerungen homatomatöser pachymeningialer Massen vorliegen und nicht Knochenverdickung.

Bei b und c sieht man weitere undurchlässigere Herde, die beide bis zur Basis reichen. Wenn Herde an der äusseren Oberfläche des Gehirns auch tiefer hinabreichen, so werden sie durch das Keilbein und

Digitized by Google

das Felsenbein, besonders durch die Felsenbeinpyramiden in ihrem unteren Teile verdeckt.

Man sieht auf dem Bilde dieser herrlichen Platte das Keilbein mit seinem Tuberculum, seinem Türkensattel und Chous und dessen Übergang in die Pyramide und in das Felsenbein mit dem Prozessus mastoideus mit der Keilbeinhöhle (k), dem Gehörgange (au), der Liebbeinzellen (s), der Unterkieferkontour etc.

Am lehrreichsten auf diesem Felde ist jedoch hier der undurchlässige Streifen (st) im Hinterhaupte. Seine Lage zur Prommentia occipitalis externa (op) nach ist es unzweifelhaft, dass es ein pathologisches Bild des Tentoriums und des Sinus transversus sei. Ich habe auf diesen Schatten schon früher öfters aufmerksam gemacht und er ist in der Lehre der Kopftraumen und auch der sogenannten traumatischen Neurose von grosser Bedeutung.

Im klinischen Bilde spielt der hochgradige statische Schwindel bei unserem Kranken eine Hauptrolle und dies wird durch die pathologischen Vorgänge, die der oberen Fläche des Kleinhirns — am Tentorium — begreiflich.

Man sieht noch den Schatten si, welchen ich auf das unterste absteigende Ende des Sinus longitudinalis beziehen zu können glaube.

Auf dem Bilde der rechten Kopfhälfte (Fig. VII) sieht man die Herde c, mn und n, die tiefen Einknickungen a und b der Gehirnkontur vor und hinter dem Bregma (β) und wieder die Streifen st und si.

Auf dieser Seite fehlt die ausserordentliche Verbreiterung des Knochenschattens in der hinteren Hälfte des Kopfes.

Die Konturen der Basis sind auf der Zeichnung treu nach der Platte wiedergegeben und von Kennern in ihren Details leicht herauszufinden. Ich muss zum Schlusse der Mitteilungen noch einmal dem Bedauern Ausdruck geben, dass mir durch die Schwierigkeiten und Kosten der Reproduktion es unmöglich wurde, in weiteren Kreisen eine richtige Vorstellung von der technischen Höhe der Platten zu geben.

II.

Über das Entstehen und die Natur der Nervennarkose.

Von Prof. N. E. **Wwedenskij** in Petersburg.

(Schluss.)

Ich brachte einen Frosch, bei dem der Ischiadicus dicht am Knie freipräpariert und auf Elektroden gelegt war, auf dem Haltebrett in eine feuchte Kammer und injizierte ihm subkutan 1—2 Tropfen einer schwachen

Digitized by Google

Curarin-Lösung; unter diesen Bedingungen dauert die Giftwirkung eine halbe Stunde und länger, lange genug, um den fortschreitenden Gang der Vergiftung zu verfolgen, und ich konnte durch Beobachtung des telephonischen Muskeltons und Registrierung der Muskel-Verkürzung leicht das transformatorische und das paradoxe Stadium konstatieren. Das Stadium der Hemmung habe ich nicht verfolgt, aber es versteht sich bei Anwesenheit des paradoxen Stadiums von selbst. Dieses letztere tritt jetzt, sozusagen, von selbst ein, d. h. zu seiner Hervorrufung bedarf es nicht einer vorausgehenden Tetanisierung mit starken Strömen, wie sie zur Hervorrufung des pessimum am normalen Präparate erforderlich ist.

Bei der Anämie tritt bekanntlich zuerst Lähmung der nervösen Substanz der Endplatte ein. Bei der Katze reizte ich nach Abklemmung der Aorta von Zeit zu Zeit den Ischiadicus. Und hier zeigte sich folgendes: Ehe die Endplatte ganz aufhört, Erregungen vom Nerven auf den Muskel zu übertragen, durchläuft sie das paradoxe Stadium.[1])

Demnach können wir diejenige temporäre Veränderung der Endplatte, welche diese unter dem Einflusse des Curare und der Anämie erfährt, auch als parabiotischen Zustand betrachten.

Es wäre nun natürlich, zu Versuchen an nervösen Zentralorganen überzugehen. Das Vorausgehende deutet schon den allgemeinen Plan der Untersuchung an jenen Organen an. Ich bin aber aus zwei Gründen dem noch nicht näher getreten. Erstens ist es notwendig, möglichst allseitig die Einwirkung von Giften und die parallele Wirkung andrer Agentien auf einfachere Gebilde zu erforschen, namentlich auf das Muskelgewebe, als das in seinen Manifestationen sich am deutlichsten äussernde. Wenn das geschehen sein wird, wird es sich nur noch darum handeln, die gefundenen Gesetze in der richtigen Weise, mutatis mutandis, auf das zentrale Nervensystem und besondere gangliöse Gebilde zu übertragen. Der Sinn dieses mutatis mutandis ergibt sich aus dem, was ich oben von der Übertragung der an der Nervenfaser gewonnenen Resultate auf die Endplatte gesagt habe.

Der zweite Grund ist der, dass das bereits vorliegende physiologische Material mich überzeugt, dass die von mir an der Nervenfaser gewonnenen allgemeinen Sätze sich übertragen lassen, ja übertragen werden müssen auf gangliöse Gebilde und auf alle Erscheinungen der zentralen Innervation, sowohl positive, wie negative, d. h. stimulierende, wie hemmende.

Einzelbetrachtungen dieses Themas würden mich zu weit führen und ich will nur bei einem Punkte verweilen. Aus dem, was ich über

---

[1]) Der Einfluss der Anämie auf den Nervenmuskelapparat ist neuerdings eingehend von Uchtomsky untersucht worden (Pflüger's Archiv, Bd. 100).

Digitized by Google

den hemmenden Einfluss von Stücken der Nervenfaser auf ihre weiteren Teile und auf die Endplatte gesagt habe, könnte man vielleicht schliessen, dass ich die Existenz eigener Hemmungsapparate im Organismus leugne.

Das ist aber keineswegs der Fall. Mein theoretischer Standpunkt lässt die Existenz solcher Apparate nicht nur zu, sondern er weist sogar darauf hin, welchen Bedingungen sie genügen müssen, um ihre Funktion ausüben zu können. Zu diesem Zwecke muss eine Nervenfaser imstande sein, ihrem Endapparate — sei dieser eine Ganglienzelle oder irgend ein peripherisches Gebilde — starke und wohl auch häufigere Impulse zuzusenden, mit anderen Worten, sie müssen gute Leiter im physiologischen Sinne sein.

Mit dieser theoretischen Forderung stimmt durchaus die empirische Feststellung Gaskells überein, wonach die inneren Organe Hemmungsnerven bekommen, die aus markhaltigen Fasern bestehen, und stimulierende Nerven aus marklosen Fasern.

Andererseits muss der Hemmungs-Endapparat eine geringe Labilität oder eine gewisse Trägheit bezüglich der Reizperioden besitzen. Man ist trotzdem zu der Annahme gezwungen, dass die anatomischen Beziehungen zwischen hemmenden und gehemmten Elementen es begünstigen, dass die letzteren leicht in den von mir als Parabiose bezeichneten Zustand geraten, d. h. in den Zustand dauernder und stabiler Erregung. Begünstigend muss eine kräftige und allseitige Einwirkung der Nervenfaser auf das zu hemmende Element wirken. Nun, jedesmal, wenn ich auf die Zeichnung gewisser Präparate von Nervenzellen blicke, z. B. einer Purkinjeschen Zelle des Kleinhirns mit dem sie umgebenden Körbchen von Fasern, die um sie her endigen, denke ich gleich: das sind vortreffliche Bedingungen für die Entwicklung hemmender Wirkungen. Als ich diese Mutmassung zum ersten Male in Petersburg, und zwar in der psychiatrischen Gesellschaft, äusserte, machte mich Bechterew darauf aufmerksam, dass mit ihr Untersuchungen am Herzen von Smirnow und später von Nikolajew (1894) vollkommen übereinstimmen, wonach das perizelluläre Netz um die sympathischen Ganglienzellen seinen Ursprung in den Endverzweigungen des Vagus nimmt. Leider ist das bisher erst beim Frosche konstatiert. Die Wichtigkeit der Sache veranlasste mich, Prof. Smirnow bezüglich weiterer hergehöriger Forschungen zu befragen; er schrieb mir darauf, dass er „im Laufe weiterer Untersuchungen Gelegenheit gehabt hätte, sich wiederholt zu überzeugen, dass nach dem — auch einseitigen — Ausreissen des Vagus bei Katzen und Kaninchen an einigen Zellen der Vorhöfe schon nach 7—12 Tagen deutlich eine Fett-Degeneration des perizellulären Nervennetzes auftrat“.

Digitized by Google

Man sieht, mit welchen fundamentalen Fragen nicht nur der Physiologie, sondern auch der Histologie sich die von mir aufgestellte Theorie berührt. Vielleicht wird die durch die Untersuchungen von Apaty und Bethe über die perizellulären Nervennetze wieder aufgerührte Lehre von den Neuronen eine ganz andere Beleuchtung durch die weitere Erforschung meines Problems erhalten. Das grosse und mannigfaltige Interesse der berührten Fragen für die ganze Lehre von der Innervation liegt auf der Hand. Die Erforschung der Verbreitung hemmender Neuronen ist jetzt ein absolutes Bedürfnis der Physiologie. Z. B. haben Heidenhain und Bubnow gezeigt, dass in Kontraktur geratene Muskeln durch Reizung fast jeder Stelle der Grosshirn-Oberfläche, fast jedes sensiblen Nerven gehemmt werden können. Meine Untersuchungen (1896) über gleichzeitige Reizung von Punkten beider Hemisphären haben gezeigt, dass für diese Wirkungen bestimmte Regeln existieren, was dann spätere Untersuchungen von H. Hering und Sherrington — besonders des letzteren — bestätigt haben.

Ich halte es für überflüssig, in detailliertere hypothetische Erwägungen über die zentrale Innervation einzutreten. Denn solange die fundamentalen Eigenschaften des Nervengewebes nicht vollständig erforscht sind, bleiben alle Erörterungen dieser Art reine Mutmassungen. Deshalb halte ich es für nützlich, zum Schlusse kurz diejenigen Haupttatsachen und die aus ihnen unmittelbar hervorgehenden Folgerungen zu formulieren, welche die Ergebnisse meiner Untersuchungen sind.

Die wichtigsten Thesen sind:

1. Man muss denjenigen Gesichtspunkt völlig aufgeben, welcher die Erklärung für die Erscheinungen, die am narkotisierten oder in irgend einer anderen Weise veränderten Nerven beobachtet werden, in einer „Dissoziation" seiner fundamentalen Funktionen, der Erregbarkeit und des Leitungsvermögens, fand.

Tatsächlich ist diese Anschauung schon theoretisch wenig wahrscheinlich, da die Leitung ihrem Wesen nach nichts anderes sein kann, als die Übertragung der Erregung von dem einen Abschnitte der Nervenfaser auf den anderen. Darauf haben auch gewisse Physiologen, wie Hermann, Luchsinger und andere, hingewiesen. Die Art indessen, in der sie diese Tatsachen zu interpretieren versuchten, war nicht völlig überzeugend, um nicht zu sagen ungezwungen.

Dies sieht man an der auf diese Frage bezüglichen Arbeit von Luchsinger und Szpilman. Tatsächlich schienen manche Erscheinungen sich vom unitarischen Standpunkte aus durchaus nicht erklären zu lassen.

Digitized by Google

Das zeigt sich auch bei Werigo; bei aller Abneigung gegen die „Dissoziation" fand er es für nötig, sie für gewisse Fälle zuzulassen. Dabei kam jedoch das Verständnis der Erscheinungen wenig oder gar nicht von der Stelle. Anstelle einer Unbekannten waren eben zwei von einander unabhängige neue Unbekannte getreten. Anscheinend war die Interpretation der Erscheinungen jetzt leichter, tatsächlich war aber nur ihre Beschreibung leichter geworden, und eine wirkliche Erklärung war gar nicht gegeben.

Jetzt können wir angesichts der neu erschlossenen Tatsachen sagen, dass selbst die Beschreibung der Tatsachen einerseits unvollständig, andrerseits unrichtig war, da es in Wirklichkeit nichts gibt, was der Dissoziation der zwei Grund-Eigenschaften des Nerven entspräche, und da das unveränderte Leitungsvermögen bei aufgehobener Erregbarkeit ein nur dem Scheine nach vorhandenes Phänomen ist, dem in der Wirklichkeit nichts entspricht. Deshalb sehen wir jetzt auf die Dissoziation als auf ein neues historisches Beispiel einer unfruchtbaren Hypothese, welche die ungenügende Erkenntnis der Erscheinungen verdeckt. Ihre Beseitigung bedeutet einen Fortschritt der Nervenphysiologie.

II. Wie verschiedenartige chemische Substanzen, so führen auch verschiedene physische Agentien bei bestimmter Stärke und Dauer ihrer Einwirkung auf den Nerven an ihm eine Veränderung herbei, die vollständig mit derjenigen übereinstimmt, welche sich unter der Einwirkung typischer narkotischer Substanzen auf denselben entwickelt. Deshalb muss die Veränderung des Nerven, welche mit seiner Narkose einhergeht, mit einem allgemeineren Ausdrucke (Parabiose) bezeichnet werden, und kann als seine allgemeinste Reaktion auf die verschiedensten Einwirkungen betrachtet werden.

Dieser Satz ist sehr wichtig und bringt zum Ausdruck, dass Zustände des Nerven ihrem inneren Wesen nach zusammengehören, die ihrer Natur nach als völlig verschiedenartig galten. Deshalb muss dieser Satz sowohl zur weiteren Erforschung schon lange bekannter, als auch zur Entdeckung neuer Tatsachen beitragen, soweit diese von diesem Gesichtspunkte aus zugänglich werden. So steht die längst bekannte Tatsache der „Überreizung" des Nerven jetzt in völlig neuer Gestalt vor uns, mit gewissen neuen Merkmalen, die für die traditionelle Vorstellung ungewohnt sind. Dasselbe gilt vom physiologischen Elektrotonus. Ich habe nun einstweilen diese Zustände in ganz allgemeinen Umrissen skizziert; ich verfüge aber bezüglich der Analogie zwischen ihnen und der typischen Narkose noch über weitere, bedeutungsvolle Tatsachen, die besonders publiziert werden sollen. Auch Zustände des Nervengewebes,

Digitized by Google

die als „Paralyse“, „Erschöpfung“ usw. bezeichnet werden, müssen durch diesen Satz in ihrer Erforschung gefördert werden. Wahrscheinlich werden sie uns dann sowohl in neuer Bedeutung, wie mit neuen Merkmalen erscheinen.

Es sollen deshalb noch einmal die Merkmale aufgeführt werden, welche die entstehende und verschwindende Parabiose charakterisieren, die am Orte ihrer vollen Entwicklung sich nur durch die negativen Merkmale der Unerregbarkeit und Leitungsunfähigkeit auszeichnet.

Gleichviel wodurch die Parabiose herbeigeführt ist, durchläuft der Nerv bei ihrem Entstehen wie bei seiner Rückkehr zur Norm folgende Veränderungen:

a) Herabsetzung der lokalen Erregbarkeit und Transformation des Erregungsrhytmus im Gebiete der lokalen Veränderung (provisorisches oder transformatorisches Stadium).

b) Umkehrung des Verhältnisses zwischen Grösse der muskulären Reaktion und Reizgrösse, sowohl bei Reizung normaler über der Stelle der lokalen Veränderung gelegener Stellen des Nerven, wie auch bei unmittelbarer Reizung der veränderten Strecke (paradoxes Stadium).

c) Hemmende Wirkung auf das unter dem Orte der parabiotischen Aenderung gelegene Gebiet, sowohl für Erregungen, welche von normalen Nervenpunkten kommen, wie auch starker, unmittelbar der parabiotisch veränderten Strecke applizierter Reize.

d) Erscheinen erhöhter Erregbarkeit an Nervenpunkten, welche an das Gebiet der parabiotischen Veränderung angrenzen (parabiotische Nebenwirkungen), die mit wachsender Entwicklung der Parabiose auf immer entferntere Nervenpunkte übergehen, während die Parabiose auf näher liegende Nervenstrecken sich verbreitet.

e) Steigerung der nebenparabiotischen Veränderung unter dem Einflusse von Reizen, welche oberhalb der parabiotischen Strecke appliziert werden (zur Zeit, wo die parabiotische Strecke schon durch das Stadium der Hemmung passiert ist).

f) Elektronegativität an der Stelle lokaler Veränderung, die sich früher zu entwickeln beginnt, als die volle Ausbildung der Parabiose und weiterhin auch nach deren Eintreten zunimmt (parabiotischer Strom).

Diese Aufzählung enthält nur Tatsachen, fundamentale Tatsachen, welche die parabiotische Veränderung der Nerven charakterisieren. Man muss nicht denken, dass etwa die unter *d* und *e* angeführten Tatsachen weniger wichtig oder gar geringfügig im Vergleich mit anderen Tatsachen erscheinen. Für die Theorie der Parabiose sind diese

Digitized by Google

Tatsachen ebenso bedeutend wie alle anderen; sie sind auch schon durch meine theoretischen Anschauungen über die Parabiose vorausgesehen. Ausserdem dienen sie, zusammen mit dem unter f erwähnten, als wesentliche Indikatoren von im Nerven vorgehenden Veränderungen, wenn die parabiotische Strecke selbst uns Zeichen funktioneller Tätigkeit nicht mehr gibt.

Diese Aufzählung enthält also nur Tatsachen. Die theoretischen Ergebnisse meiner Untersuchungen fasse ich in folgendem Satze zusammen:

III. Die Parabiose oder die Narkose im weiten Sinne des Wortes kann als ein eigenartiger Erregungszustand betrachtet werden, der stabil und nicht oszillierend ist und sich deshalb auf den Ort seines Zustandekommens beschränkt zeigt.

Der Wert dieses theoretischen Satzes ist danach zu bemessen, inwieweit er die bisher bekannten und hier zusammengefassten Tatsachen erklärt, und ferner, inwieweit er zu weiteren Untersuchungen und Theorien hinleitet.

Ich erkläre die hierher gehörigen Erscheinungen in folgender Weise:

α) Das allgemein bekannte Absinken und schliessliche Verschwinden der Erregbarkeit in der parabiotischen Strecke muss als der Ausdruck ihres refraktären Verhaltens betrachtet werden, das in dem Masse vollständiger wird, als sich ein Zustand eigenartiger lokaler Erregung in den veränderten Nervenelementen ausbildet.

β) Die Transformation der Erregung in der veränderten Strecke ist aufzufassen als Resultat der Interferenz zwischen entstehenden lokalen Erregungen und anlangenden Impulsen; sie ist zugleich genau das Spiegelbild der sich verlängernden refraktären Phase, wie sie jeden elementaren Erregungsvorgang begleitet.

γ) Das paradoxe Stadium tritt in zweifacher Form auf; die Wirkung schwacher Reize verläuft nach demselben Typus, wie die von Reizen jeder Intensität im vorangehenden Stadium; die Wirkung starker Reize verläuft nach dem Typus des nachher eintretenden Hemmungs-Stadiums.

δ) Die hemmende Wirkung sowohl von oben kommender wie lokal angreifender Reize auf dem Gebiete der lokalen Veränderung zeigt, dass in den letzten Phasen der Entwicklung der Parabiose jeder äussere Reiz eine zeitweilige Vertiefung der Parabiose hervorruft, oder — mit anderen Worten — das Eintreten dieses Zustandes beschleunigt, der sich von selbst am Orte der Veränderung zu entwickeln im Begriffe ist; d. h. bei der Hemmung ergibt sich eine eigenartige Summation von oben kommender Erregungen mit der lokalen Erregung, zu einer Gesamtveränderung, welche die Parabiose charakterisiert.

Digitized by Google

ε) Die steigernde Einwirkung von oben kommender Erregungswellen auf die nebenparabiotische Veränderung (s. oben *e*) bedeutet dasselbe; die aus der parabiotischen Strecke stammenden Zusatzerregungen steigern die hier schon vorhandene Erregung, d. h. sie produzieren auf dem Grenzgebiete dasselbe, was die Parabiose selbst bei ihrer weiteren Vertiefung bewirkt haben würde.

ζ) Andrerseits gewinnt die Grenzstrecke mit ihrer gesteigerten Erregbarkeit, die sich mit der Vertiefung der Parabiose immer weiter längs des Nerven ausbreitet, eine erhebliche theoretische Bedeutung, denn sie deutet auf das Wesen der in der Parabiose vor sich gehenden primären Veränderung.

In der Tat ist die Erregbarkeitssteigerung im allgemeinen zu betrachten als ein schwacher Grad der Erregung, die sich nicht für sich an selbstständigen Merkmalen des tätigen Zustandes erkennen lässt.

Dieser Umstand — im Zusammenhange mit denjenigen Tatsachen, welche man in den meisten Fällen auch am Orte der unmittelbaren Veränderung nachweisen kann — zeigt überzeugend, dass die Parabiose ihrem Ursprunge nach mit der Erregung im gewöhnlichen Sinne verwandt ist und erst später in den Zustand eigenartiger Erregung übergeht, den wir uns als ihren vollentwickelten Zustand vorstellen.

Die Gesamtheit der Tatsachen lässt uns also in der Parabiose einen eigenartigen Erregungszustand erkennen. Die dominierende Tatsache bleibt aber, dass die Parabiose sich auch unter dem Einflusse aller typischen Reizmittel entwickelt, wenn sie mit bestimmter Stärke oder Dauer auf den Nerven einwirken. Demnach kann die enge Verwandtschaft zwischen Parabiose und Erregung kaum einem Zweifel unterliegen.

Seine Bestätigung kann dieser theoretische Satz nur am Muskel finden; den nervösen Erregbarkeitsverhältnissen müssen ja solche an der Muskelfaser entsprechen. Die grosse Erschöpfbarkeit des Muskels bietet einer darauf gerichteten Untersuchung keine unüberwindlichen Hindernisse.

Akzeptieren wir die Verwandtschaft zwischen Parabiose und Erregung, so folgt daraus als wichtigste Deduktion die enge Verwandtschaft, wenn nicht die Identität, zwischen Parabiose und Hemmung. Interpretieren wir, wie es oben bei δ geschehen ist, das Hemmungsstadium in dieser Weise, so müssen wir zur folgenden theoretischen Ableitung gelangen:

IV. Wir können die Hemmung als eine vorübergehende, durch anlangende Erregungen hervorgerufene Parabiose betrachten, und die Parabiose als einen mehr oder weniger stabilen Hemmungszustand, der seine lokale Ursache hat. Wahrscheinlich sind beide Erscheinungen

Digitized by Google

gleichartig, liegt ihnen durchaus dieselbe Veränderung der Nervenelemente zugrunde —, eine modifizierte, stabil und nicht oszillatorisch gewordene Erregung.

Wir sind nun zu einer Vorstellung von der Hemmung gekommen, die der Anschauung von Hering, Gaskell u. a. völlig entgegengesetzt ist.

Nach meiner Meinung konstatiert der oben gegebene Satz klar die Beziehung der Hemmung zur Erregung und zur Parabiose, er bestimmt demzufolge auch alle Bedingungen, unter denen diese Erscheinung beobachtet werden muss. Es ergibt sich also ein bestimmtes Arbeitsprogramm und der experimentelle Weg zur Entscheidung zwischen den beiden entgegengesetzten Anschauungen. Jedenfalls wird einer der fundamentalen Faktoren der Innervation, die Hemmung, niemals bezüglich des zentralen Nervensystems und komplizierter peripherischer Apparate, z. B. des Herzens, verstanden werden können, ehe er nicht an einfachen reizbaren Gebilden, wie Nerv und Muskel, erforscht worden ist.

Nur hier beherrscht der Experimentator alle Bedingungen und kann sie nach Bedürfnis allseitig in jedem Grade abstufen. Ich sehe gegenwärtig keinen gegen meine Auffassung möglichen Einwand; zwar stütze ich sie bisher nur auf Versuche am Nerven, aber sie harmoniert aufs beste mit meinen früheren Versuchen über die motorische Endplatte. Ich habe bei der Darstellung dieser Versuche darin die Bedingungen der Erscheinungen eingehend dargelegt, besonders auch die Bedeutung von Intensität, Frequenz und Dauer der elektrischen Reizung. Diese und meine jetzigen Untersuchungen ergänzen und bestätigen sich gegenseitig.

Verbinden wir damit das von mir formulierte Gesetz der „relativen Labilität der irritablen Gebilde“, dann ergibt sich der Übergang von diesen relativ einfachen Gebilden zu Nervenzellen und Gruppen von Nervenzellen von selbst und damit ergeben sich gewisse Vermutungen und Postulate. Darin sehe ich auch eine Garantie für das künftige Verständnis des Wesens der nervösen Hemmung.

Ich komme somit zur Aufstellung eines allgemeinen Schemas für die verschiedenen Zustände der nervösen Substanz und ihrer gegenseitigen Beziehungen. Es gibt vier solcher Zustände, und diese sind durch unmittelbare Übergänge mit einander verbunden:

A. Ruhe. **B.** Tätigkeit. **C.** Parabiose { Narkose / Hemmung } **D.** Tod.

(B. und C. zusammengefasst:) Erregungs-Zustand.

B ist ein sich in äusseren Wirkungen manifestierender Erregungszustand, **C** ist ein auf den Ort seines Entstehens lokalisierter Erregungszustand.

Digitized by Google

Als Übergang von **A** zu **B** fungiert dasjenige, was man als „gesteigerte Erregbarkeit“ bezeichnet. Wenn ein appliziertes Agens allein nicht imstande ist, Erregung im gewöhnlichen Sinne hervorzurufen, so kann die erhöhte Erregbarkeit direkt in den Zustand **C** übergehen (chemische Reizmittel in schwachen Lösungen; die meisten Gifte; die katelektrotonische Veränderung durch einen schwachen konstanten Strom). Anscheinend ist aber auch manchmal ein direkter Übergang von **A** nach **C** möglich (z. B. bei Ammoniak-Einwirkung), wahrscheinlich geschieht dies aber doch durch ein, wenn auch nur sehr flüchtiges, Stadium gesteigerter Erregbarkeit hindurch.

Als Übergang von **B** nach **C** fungieren die Stadien, die ich schon oben als Übergangsstadium bezeichnet habe (provisorisches, paradoxes und Hemmungs-Stadium).

Dass schliesslich **C** unter bestimmten Bedingungen in **D** übergeht, das bedarf keiner besonderen Erklärung, denn Reizmittel oder Narkotika rufen bei grosser Stärke oder langdauernder Einwirkung den Tod des Nervenelements hervor. Ich behaupte, dass jede Einwirkung, gleich viel welcher Art, ehe sie den Nerven tötet, ihn immer vorher das Stadium der Parabiose passieren lässt, ganz wie der ablebende Muskel durch den Zustand der Starre passiert. Vielleicht gilt etwas entsprechendes sogar für jeden Elementarorganismus.

Inwieweit diese Hypothese richtig ist, inwieweit sie eine universelle Anwendung finden kann, das müssen künftige Untersuchungen zeigen. In jedem Falle glaube ich, dass die bisher für die der Narkose analogen Zustände gebrauchten Ausdrücke „Paralyse“, „Unterbrechung der Lebenserscheinungen“ nicht dem Wesen desjenigen Zustandes entsprechen, den sie bezeichnen sollen.

Das von mir zum Schluss gegebene Schema wird wesentliche Dienste leisten, um in dem Labyrinthe der verwickelten und dunklen Phänomene, welche die reizbaren Gebilde darbieten, zu orientieren. Jedenfalls ist der gordische Knoten, den die lebende Substanz dem Forscher zur Lösung gibt, nicht mit einmal durch ein der Chemie oder Physik entlehntes Prinzip zu entwirren. Man muss ruhig und geduldig zu Werke gehen, wenn einem nicht lauter tote Bruchstücke in der Hand bleiben sollen.

Zur Auffassung der subtilen Übergänge und Zusammenhänge, welche die Veränderungen der lebenden Substanz charakterisieren, kann das oben gegebene Schema wesentlich beitragen. Bezüglich des Nerven zeigt es uns einen inneren Zusammenhang zwischen anscheinend heterogenen Erscheinungen; bekannte Erscheinungen zeigt es in neuer Beleuchtung, andere lässt es voraussagen. Eines seiner wesentlichsten Ergebnisse ist,

Digitized by Google

dass die Wirkung der Narkotika, der Gifte überhaupt, und andrerseits die der Reizmittel zu so gradweisen und allgemeinsten Reaktionen der lebenden Substanz führt, dass von einem irgendwie prinzipiellen, anderen als quantitativen Unterschiede zwischen beiden Klassen von Agentien nicht die Rede sein kann.

III.

Elektropathologie.

Von Dr. **H. Kurella.**

Ich will unter diesem Titel eine Reihe von Beobachtungen, Tatsachen und Betrachtungen eigener Provenienz über Starkstrom-Schädigung zusammen mit Belegstellen aus der Literatur zusammenstellen, die, ohne die Prätention, auf diesem schwierigen Gebiete zu einem abschliessenden Ergebnisse zu kommen, lediglich ein nach gewissen Gesichtspunkten geordnetes und möglichst allseitiges Material darbieten sollen.

Dass mit der wachsenden Vermehrung von frei geführten Leitungen für Ströme hoher Spannung und dem ihnen parallelen Vorhandensein von Telegraphen- und Telephonleitungen die Gefahren und die Unfälle wachsen müssen, ist keine Frage; kann doch jeder heftige Sturm durch Kontakt zwischen Licht- oder Strassenbahnleitung einerseits, Telephonleitung andrerseits jeden Abonnenten der Telephon-Ämter in höchst unliebsame Berührung mit plötzlich eintretendem Starkstrom bringen.

Ich beginne mit einigen charakteristischen Krankengeschichten und im Verlaufe der Beobachtung abgegebenen Gutachten.

I.

Gutachten.

Fräulein S., Angestellte der Fernsprechverwaltung zu N., hat mich im April d. J. konsultiert.

Ich habe sie bis vor kurzem genau beobachtet: mit dem Ergebnisse, dass sie an einer sogenannten „abortiven" — d. h. nicht voll entwickelten, aber einer weiteren Entwicklung fähigen — Form der Basedowschen Krankheit leidet.

Bestimmte Symptome dieses Leidens bestehen in abortiver Form dauernd seit dem April; dazu kommt aber, dass zur Zeit der vierwöchentlichen Periode sich rapide ein Zustand entwickelt, der, besonders was die Herztätigkeit und den Gemütszustand angeht, einem vollentwickelten, hochgradigen Morbus Basedowii völlig gleicht. Ich habe diese Zustände dreimal jedesmal während 3—4 Tagen gesehen.

Sowohl die ersten Angaben, die Fräulein S. machte, als sie mich konsultierte, als auch wiederholtes eingehendes Befragen ihrer Mutter

Digitized by Google

und Schwester haben ergeben, dass sich diese in Begleitung der Menstruation auftretenden Anfälle zuerst im Herbst v. J. entwickelt haben, nachdem ein solcher photographisch gleicher Anfall die erste, einem Betriebsunfall folgende Menstruation begleitet hat (August 1903).

Obschon ich mir auf der einen Seite alle Mühe gegeben habe, der Patientin und ihren Angehörigen klar zu machen, dass die Prognose gut ist, dass eine unmittelbar auf elektrische Wirkungen zurückzuführende Berufsschädigung nicht vorliegt, muss ich andrerseits doch anerkennen, dass die Anfälle der Kranken und ihr zwischen diesen liegender, die Symptome des Anfalls in leichter Andeutung enthaltender Dauerzustand erst nach dem im Juli vorigen Jahres erlittenen Betriebsunfalle aufgetreten sind.

Es ist nun für die Patientin von grosser Wichtigkeit — und von einiger auch für ihre vorgesetzte Behörde — festzustellen, ob hier ein bloss zufälliges Nacheinander vorliegt, oder ob der erlittene Unfall die Krankheitserscheinungen hervorgerufen hat.

Der Unterzeichnete hat in dieser Beziehung damit zu rechnen, dass er, wie eine Korrespondenz mit dem zuständigen beamteten Arzte, dem Herrn Geh. Rat X., ergeben hat, in einer nicht auszugleichenden Differenz der Auffassung des Falles mit diesem verehrten Kollegen sich befindet, die er zu seinem Bedauern im Interesse seiner Klientin nicht verhehlen kann.

Herr Geh. Rat X., hält die Patientin für hysterisch und erklärt ihre Beschwerden aus dieser dauernden Anomalie und einer gleichzeitigen Blutarmut. Die Diagnose eines sich entwickelnden Morbus Basedowii lehnt er ab.

Dieser Auffassung gegenüber ist zu bemerken:

1. dass nur die Beobachtung einiger der menstruellen Anfälle die Diagnose sichern kann;
2. dass diese Anfälle sich erst seit dem Unfalle entwickelt haben;
3. dass die von Herrn Geh. Rat X. hervorgehobene, als Hysterie und Blutarmut bezeichnete allgemeine geringfügige Nervosität und Zartheit der Patientin wohl schon vor dem Unfalle vorlag, dass diese Anlage allein aber die gegenwärtige Krankheit nicht verursacht hat, dass vielmehr der Unfall hinzukommen musste; es kann zugegeben werden, dass der Unfall vielleicht die vorliegenden konkreten Folgen nicht gehabt hätte, wenn er nicht eben gerade ein zartes, etwas nervöses Individuum betroffen hätte;
4. dass ich bei Untersuchung des Blutes mit dem Gowers'schen Hämoglobinometer 82—87 % Hämoglobingehalt des normalen

Digitized by Google

Blutes gefunden habe, dass also von einer erheblichen Anämie als Krankheitsursache hier nicht wohl die Rede sein kann.

Zu dem unter 3 berührten Punkte habe ich nun im Interesse einer vollkommenen Klarstellung der ursächlichen Verhältnisse folgendes zu sagen:

Die Beeinflussung des menschlichen Körpers durch einen hochgespannten Strom von mehreren Hundert oder Tausend Volt im Kreise einer Leitung, die ausser dem menschlichen Körper keine anderen als metallische, also dem Körperwiderstande gegenüber zu vernachlässigende Widerstände enthält, kann in vierfacher Weise wirken.

Erstens wirkt der Schreck, welchen der überaus plötzliche starke Eindruck mit seinen Begleiterscheinungen — Schwindel, Hinfallen, subjektive Licht- und Klangwahrnehmung, Muskelzucken, Herzstillstand — hervorruft, pathologisch wie jeder andere starke Schreck.

Zweitens wirkt ein solches Erlebnis sekundär auf die Phantasie des Kranken; er grübelt über die näheren und weiteren Folgen nach; Ärzte, Angehörige, Kollegen wirken mit ihrer Auffassung auf die des Patienten ein, es entwickeln sich fixe, durch Autosuggestion und Fremdsuggestion hervorgerufene Ideen des Inhalts, schwer verunglückt, unheilbar krank zu sein, es beginnt der Kampf um die Unfallentschädigung mit allen seinen Aufregungen, dem weiteren suggestiven Einflusse mehrfacher ärztlicher Untersuchungen, abweichender Begutachtungen. Kurz, der Unfall wirkt rein durch suggestive Faktoren als Ursache einer schweren Hypochondrie.

Drittens kann der übermässig starke Nervenreiz (Shock), welchen das plötzliche Eindringen eines hochgespannten Stroms von meist recht hoher Intensität darstellt — denn es können sich dabei durch ein sehr kurzes variables Stadium hindurch sehr starke Ströme etablieren — zu schwer funktionellen oder zu tiefgreifenden, sich unter dem Mikroskop als Zertrümmerung der Nervenfibrillen u. a. erweisenden materiellen Veränderungen des Nervengewebes führen, die erst in neuester Zeit von bedeutenden Physiologen genauer erforscht und den meisten Ärzten noch völlig unbekannt sind, obwohl die Frage dadurch völlig spruchreif geworden ist.

Viertens können sich, wenn der einmal eingeführte Starkstrom weiter fliesst, an den Eintrittsstellen durch die entwickelte Stromwärme Verbrennungen und durch elektrochemische Vorgänge, die gleichfalls, besonders von Prof. Leduc in Nantes, genau erforscht sind, an den Kontaktstellen und in der ganzen im Körper gelegenen Strombahn Verätzungen einstellen, die natürlich um so schwerer wiegen, wenn der Kopf als Eintrittsstelle des Stromes dient.

Digitized by Google

Ich darf hervorheben, dass ich zu den wenigen Ärzten gehöre, die sich mit diesen Erscheinungen eingehend bekannt gemacht haben, dass ich die Versuche von Battelli (Genf), Jellinek (Wien) und Leduc (Nantes) unter den Händen dieser Forscher gesehen und teilweise wiederholt habe, also eine besonders gründliche Sachverständigkeit auf diesem Gebiete zu besitzen prätendieren darf.

Bei Fräulein S. handelt es sich nun, wie ich bei meiner langen und sorgfältigen Untersuchung sicher behaupten kann, um die oben unter erstens charakterisierte reine Schreckwirkung, kompliziert mit einer mässigen elektrischen Shock-Wirkung und einer funktionellen Schädigung auf die hoch oben im Nacken gelegenen Herzzentren.

Aus der Schreckwirkung ergibt sich die allgemeine Nervosität, aus der Schädigung der Herzzentren usw. die eigenartige Komplizierung dieser Nervosität mit Symptomen der Basedowschen Krankheit.

Der bisherige Erfolg dieser Läsion war, dass sich nun auch die suggestiven Folgen bemerklich zu machen anfangen, besonders unter dem Einflusse der Familie, obschon ich mir die grösste Mühe gegeben habe, durch Gegensuggestion zu verhüten, dass die Patientin sich einredet, durch ihren Unfall schwer geschädigt zu sein und einen Anspruch auf Rente oder Pensionierung zu haben.

Sie ist sicher gegenwärtig nicht dienstfähig, sie ist der Gefahr einer vollen Entwicklung der Basedowschen Krankheit, die so oft zu schweren Augenstörungen und zu Geisteskrankheit führt, ausgesetzt; vor allem aber musste sie den suggestiven Einflüssen der Familie entzogen und einem erfahrenen Nervenarzte, der keine verderblichen Suggestionen gibt, anvertraut werden.

Da ihre Mittel ihr den kostspieligen Aufenthalt in einem Sanatorium nicht gestatten, habe ich sie in einer billigen Pension in J. untergebracht, wo Herr Dr. Z., Sanatoriumsbesitzer, sich ihrer ausnahmsweise als einer externen Patientin annimmt; ich bin jedoch der Meinung, das Frl. S. unzweifelhaft den Anspruch hat, dass die Behörde, in deren Dienste sie infolge unzureichenden Starkstromschutzes erkrankt ist, sich der Verpflichtung nicht entziehe, ein hinreichend vollständiges Heilverfahren zu veranlassen und dessen Kosten zu tragen.

II.

Fräulein L. hat, während sie mit einer etwa 40 Kilometer entfernten Stelle verbunden war, am 7. September 19 . . plötzlich einen heftigen elektrischen Schlag verspürt, der sie zum Umfallen gebracht hätte, wenn

Digitized by Google

Kolleginnen sie nicht aufgehalten hätten. Sie wurde in einem anstossenden Zimmer auf ein Sopha gelegt, war blau, zitterte, klagte über heftigen Hinterkopf- und Rückenschmerz, grosse Schwäche im Nacken, in beiden Schultern und Armen bis in die Fingerspitzen. Der linke Arm fiel, gehoben, wieder kraftlos hinunter.

Sie wurde nach Hause gebracht, war mehrere Tage schlaflos, deprimiert, weinte, klagte über heftige Schmerzen im Hinterkopf, Nacken, linken Cucullaris und Stereocleidomastoideus, konnte sich nicht frisieren, nur mühsam mit dem rechten Arm Löffel und Messer handhaben, der linke Arm war sehr schwach, besonders die Erhebung über die Horizontale kaum möglich.

Die Ermittelungen ergaben, dass im Momente der Verbindung des von Frl. L. in B. bedienten Apparates mit einem etwa 40 Kilometer entfernten Fernsprechamte S. in B. bei einem Neubau durch ein Versehen der eine Telephonleitung legenden Monteure ein Stück Draht ins Fallen geriet und metallische Leitung zwischen dem gerade beanspruchten Drahte der Verbindung von B. nach S. einerseits und dem einige Meter tiefer liegenden Leitungsdrahte der Strassenbahn, der einen Strom von 500 Volt führt, machte. Beide durch den so unter Starkstrom gesetzten Draht verbundene Beamte — in S. war ein Mann angeschlossen — erhielten einen starken Schlag, wobei die Starkstromsicherungen des Amtes in B. durchfahren wurden; auch der Beamte in S. ist sofort erkrankt, mehrere Monate lang krank geblieben und auch jetzt noch nicht völlig hergestellt.

Fräulein L. verlor während einiger zu Bett verbrachter Tage z. T. die allgemeinen Krankheitserscheinungen; dagegen bestanden Schmerzen im Occiput, besonders längs der linea semicircularis externa nahe der Mittellinie, im Nacken, in der Hals-Nackenmuskulatur weiter.

Sie trat in die Behandlung des zuständigen Kassenarztes. Dieser faradisierte von Ende September bis Ende November die Schmerzpunkte und die geschwächten Muskeln labil mit kleinen Knopfelektroden unter grosser Intensität. Die Kranke zeigte von vornherein eine hochgradige Idiosynkrasie gegen jeden elektrischen Einfluss; trotzdem wurde sie energisch weiter faradisiert und vom Kassenarzte auf ihre Klagen dahin belehrt, dass sie hysterisch sei.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

B. Literatur-Bericht.

Ausführliche Referate.

Adolf Basler: Über den Einfluss der Reizstärke und der Belastung auf die Muskelkurve. (Pflügers Archiv, Bd. 102, Heft 5/6, S. 253—268.)

Ernst Pankul: Zuckungsformeln von Kaninchenmuskeln verschiedener Farbe und Struktur. (Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiolog. Abteilung, 1904, Heft 1/2, S. 110—120.)

Die beiden Arbeiten sind wichtig für den, welcher sich für die in dieser Zeitschrift von Joteyko publizierten Versuche und Vorstellungen über die Rolle der sarkoplasmatischen Substanz bei der Muskeldegeneration interessiert; denn beide Arbeiten beschäftigen sich mit dem funktionellen Unterschiede zwischen dem roten und dem weissen Frosch- und Säugetier-Muskel, Pankul überdies mit den Strukturdifferenzen.

Basler findet, dass die dünnen Fasern des Froschmuskels leichter (galvanisch) erregbar sind, aber langsamer zucken; die schwerer erregbaren dicken Fasern zucken schneller.

Pankul greift die Frage historisch, experimentell und histologisch an. Aus seinen historischen Bemerkungen ist hervorzuheben, dass Grützner fand, dass die dünnen Muskelfasern den roten Muskeln, die dicken Fasern den weissen Muskeln entsprechen.

Pankuls Versuche (am Kaninchen) zeigten, dass die roten Muskeln sich langsamer kontrahieren, unter kurzem Aufstieg im Vergleich zur gesamten Zuckungsdauer, dass sie auf der Zuckungshöhe eine gewisse Zeit verharren und sich sehr langsam wieder verlängern. Sämtliche blassen Muskeln vermögen ihre Zuckung schnell zu vollenden, während die tiefroten Muskeln ihre Kontraktion am trägsten ausführen. Nur der noch tiefer rote Masseter kontrahiert sich am schnellsten von allen nicht weissen Muskeln. Über die Struktur macht P. folgende Angaben:

Zwischen den beiden Muskelarten lässt sich weder in der Längs- noch in der Querstreifung ein ausgesprochener Unterschied finden. Die Kerne der roten Muskeln sind mehr oder weniger in Längsreihen geordnet, während sie in den weissen verstreuter lagen. Die Form der Fasern, die Zahl der Kerne und ihre Grösse sind in beiden Muskelarten nicht wesentlich verschieden. Im Innern der Muskelfasern sind keine Kerne zu sehen, auch nicht in den roten Muskeln. Die Angaben von Ranvier hierüber dürften vielleicht auf Fortschwemmung der beim Schneiden des Präparates freigewordenen Kerne von der Peripherie zur Mitte derselben beruhen.

Als einziger nennenswerter Unterschied in der mikroskopischen Struktur der roten und weissen Muskelfasern erwies sich die Anordnung der Fibrillen des Sarkoplasmas. Dieses tritt bei beträchtlicher Vergrösserung (etwa 1200 fach) auf den Faserquerschnitten deutlich hervor. In den roten Muskeln erschienen die Fibrillen in kleine Bündel geordnet. (Köllikers Muskelsäulchen). Zwischen den Bündeln fanden sich Stränge von reichlichem Sarkoplasma.

Digitized by Google

Auf den Faserquerschnitten der weissen Muskeln erschienen die Fibrillen als gleichmässig dicht verteilte Punkte in dem Sarkoplasma, ohne jede Zusammenfassung zu Bündeln. Auch schienen die an der Grenze der Sichtbarkeit stehenden Fibrillen der weissen Muskeln oft um ein geringes dünner zu sein, als diejenigen der roten Muskeln.

Nicht selten sieht man auch in den weissen Muskeln Fasern mit der charakteristischen Fibrillierung der roten Muskeln und andererseits in den roten Muskeln vereinzelte weisse Fasern.

Warringsholz fand im Masseter des Rindes die Fibrillen stets gruppenweise zusammengefasst (Säulchenfelderung), wobei die einzelnen Fibrillenbündel, als Einheiten höherer Ordnung, durch grössere Sarkoplasmazüge von einander getrennt waren.

Aus diesen histologischen Befunden und den funktionellen Eigenheiten der verschiedenartigen Kaninchenmuskeln darf man den Schluss ziehen, dass die Verteilungsart der Fibrillen und des zwischengelagerten Sarkoplasmas die verschiedene Funktionsart bedingen. Die gleichmässig verteilten, von geringen Sarkoplasmalagen umgebenen Muskelfibrillen kontrahieren sich schnell, die gruppierten durch reichlicheres Sarkoplasma getrennten Fibrillen langsam. Die verschiedenen Übergangsformen der Zuckungsformen erklären sich aus Mischung beider Faserarten in den einzelnen Muskeln.

Es bedürfte noch einer systematischen gründlichen Untersuchung des Zusammenhanges von Struktur und Funktion, um hier alle Eigenheiten der Muskelkontraktion zu erklären.

P. H. Römer: Über die Einwirkung des galvanischen Stromes auf Tetanusgift, Tetanusantitoxin und Toxin-Antitoxingemische. Nachwort von E. v. Behring. (Berl. klin. Wochenschrift, 1904, S. 209.)

Verf. fand nach dem Durchleiten galvanischer Ströme von 0,5 bis 2,0 Ampère Stromstärke durch Tetanusgiftlösungen konstant eine Erhöhung des direkten Giftwertes für Mäuse, und zwar am stärksten in der Flüssigkeit in der Nähe der Kathoden, weniger stark an der Anode, manchmal auch in der Gesamtflüssigkeit. Bei Strömen von mehr als 2,0 Ampère Stärken (bis 4,0) wurde der direkte Giftwert für Mäuse in der Anoden- und Gesamtflüssigkeit herabgesetzt, während er an der Kathode erhalten oder vermehrt gefunden wurde; immer zeigte sich aber eine Abnahme des direkten Antitoxin neutralisierenden Giftwertes, am deutlichsten in der Kathodenflüssigkeit. Es ist also möglich, durch den galvanischen Strom Toxin-Giftlösungen einerseits den indirekten Giftwert einseitig abzuschwächen. Antitoxinhaltiges Serum wurde durch Einwirkung relativ schwacher Ströme nach kurzer Zeit in seiner antitoxischen Wirkung abgeschwächt. In Toxin-Antitoxingemischen vermindert sich nach kurzem die Giftwirkung bis zum schliesslichen Verschwinden derselben.

Nachwort von E. v. Behring: B. misst den angeführten Tatsachen fundamentale Bedeutung zu und hat in seinem Institute diesbezügliche Versuche anstellen lassen. Much und Siebert haben an kaseïnfreier Molke mit B. colifeindlicher Wirkung nach Durchleiten konstanter Ströme die antibakterielle Wirkung der Kathodenflüssigkeit vermindert, die der Anodenflüssigkeit vermehrt gefunden. Entsprechend der Abnahme der antibakteriellen Energie konnte eine Verminderung der ultramikroskopisch sichtbaren Proteïnmoleküle an der

Digitized by Google

Kathode konstatiert werden. (Im Gesichtsfeld 25 gegenüber 2000 in der Anodenmolke.)

Umgekehrt bezüglich der antibakteriellen Wirkung verhielt sich Pferdeserum gleich Kathodenserum verstärkt (400000 sichtbare Moleküle). Anodenserum abgeschwächt (7000 sichtbare Moleküle). Römer war es nicht gelungen, die Moleküle, welche die Träger der spezifischen Tetanuswirkung sind, ultramikroskopisch zur Darstellung zu bringen.

Chronik.

Aus den Vereinen.

Ueber radioaktive Stoffe. Vortrag, gehalten in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins am 8. März 1904 von Prof. W. Markwald.

(Referiert aus Heft 16 der Elektrotechnischen Zeitschrift.)

Um zu prüfen, ob nicht vielleicht phosphoreszierende Substanzen ganz allgemein, wenn auch in sehr viel geringerem Masse als das phosphoreszierende Gas der Kathodenbirne, Röntgenstrahlen aussenden, wählte der französische Physiker Henry Becquerel zufällig für seine Versuche das Uran-Kalium-Sulfat, welches ja die Eigenschaft hat, zu phosphoreszieren, d. h. nach intensiver Belichtung im Dunkeln einige Zeit weiter zu leuchten, ausserdem auch zu fluoreszieren. Diese Begriffe können wir ja nicht ganz streng auseinander halten. Da anzunehmen war, dass die Röntgenstrahlung eine sehr geringe sein würde, so führte er den Versuch so aus, dass er eine photographische Platte in schwarzes Papier einwickelte, Uran-Kalium-Sulfat auf dieses Papier legte und wochenlang in dieser Weise exponierte. Als er die Platte entwickelte, zeigte sich da, wo das Salz gelegen hatte, auf der Platte ein schwarzer Fleck. Mit anderen phosphoreszierenden Substanzen konnte er keinerlei Einwirkungen feststellen. Jetzt zu der Überzeugung gekommen, dass die Vorraussetzung, die ihn zu seinem Versuch geführt hatte, unrichtig gewesen sei, nahm er andere Uransalze vor und Uranverbindungen, welche gar nicht die Eigenschaft der Phosphoreszenz zeigen, z. B. Uranoxyd und schliesslich das Uranmetall und es zeigte sich, dass diese Substanzen nicht nur in demselben Masse, sondern sogar in höherem Masse auf die photographische Platte durch eine opake Schicht hindurch einwirkten, obgleich sie gar keine phosphoreszierende Eigenschaft haben. Da ferner sich herausstellte, dass alles Uran, ganz gleichgültig, welchen Erzen es entstammt, immer die Eigenschaft in gleichem Masse zeigte, so blieb, so unwahrscheinlich auch die Beobachtung danach erscheinen musste, kein anderer Schluss übrig, als dass das Uran unausgesetzt eine Energie aussende in Form von Strahlen, welche zunächst mit den Röntgenstrahlen jedenfalls eine gewisse Ähnlichkeit zeigen.

Damit war die Entdeckung der Becquerelstrahlen begründet. Die Strahlung des Urans und noch mehr seiner Salze ist eine so geringe, dass man sie tage- und selbst wochenlang auf die photographische Platte wirken lassen muss,

Digitized by Google

um durch Papier hindurch eine kräftige Schwärzung zu erzielen. Es gibt noch ein zweites Mittel, diese Strahlen nachzuweisen. Röntgenstrahlen, ultraviolettes Licht, Kathodenstrahlen u. s. w. besitzen die Eigenschaften, die Luft, die ja ein Nichtleiter der Elektrizität, in mehr oder minder begrenztem Masse leitend für Elektrizität zu machen. Diese Eigenschaften zeigten nun die Becquerelstrahlen auch, wenn man feine Elektroskope zur Prüfung verwandte.

Im Laboratorium des Herrn Becquerel arbeitete als sein Assistent der französische Physiker Curie und dessen Frau, die an der Sorbonne Chemie studiert hatte. Sie waren von Becquerel veranlasst worden, die Frage zu prüfen, ob alle uranhaltigen Mineralien die Erscheinungen der Becquerelstrahlen zeigten, und fanden dabei. dass die uranhaltigen Mineralien fast durchweg, besonders aber einige wohlbekannte, wie die Joachimstaler Pechblende, die Becquerelstrahlung nicht nur in dem Masse zeigen, wie das Uran, sondern ganz bedeutend stärker, ungefähr 6—8 mal so stark wirkten als das Uranmetall. Daraus zog nun das Ehepaar Curie den Schluss, dass in diesen Mineralien doch noch etwas anderes enthalten sein müsse, das „Radioaktivität“ erzeuge, wie das Uran; denn sonst hätten die Mineralien ja schwächer und nicht stärker als Uran wirken müssen. Als die Curies nun das Mineral analysierten und bei jeder einzelnen Abscheidung, die sie vornahmen, prüften: ist hier der Sitz der Aktivität? — da fanden sie, dass Wismut aus der Joachimstaler Pechblende sehr viel stärker radioaktiv war als das Uran selbst, etwa 100 mal so stark. Im übrigen zeigte dieses Wismut alle Eigenschaften des gewöhnlichen Wismuts, das seinerseits ganz und gar nicht radioaktiv ist. Die Entdecker vermuteten daher, dass sie noch nicht den reinen Träger der Aktivität in diesem Wismut in Händen hätten, sondern dass ihm ein dem Wismut sehr ähnlicher Stoff beigemengt sei, den vom Wismut zu trennen ihnen zunächst nicht gelang, und für den sie den Namen Polonium in Vorschlag brachten.

Nun zeigte sich, dass das Polonium seine Wirksamkeit im Laufe der Zeit, bisweilen schon im Laufe von Wochen, in andern Fällen im Laufe von Monaten, grösstenteils einbüsste. Zweitens aber fanden die Curies in der Pechblende einen darin in noch geringerer Menge enthaltenen Stoff auf, der dem gewöhnlichen Baryum in allen seinen bekannten Reaktionen durchaus glich, sich von ihm aber wiederum dadurch unterschied, dass er radioaktiv war, ungefähr 100 mal so stark wie metallisches Uran. Dieser Stoff nun, in welchem sie ein dem Baryum beigemengtes radioaktives Element von ähnlichem chemischen Charakter vermuteten, dem sie den Namen Radium gaben, zeigte sich konstant radioaktiv. Hier gelang es nun den Entdeckern, den radioaktiven Bestandteil vom Baryum zu trennen. Sie machten nämlich die Beobachtung, dass, wenn man die salzarmen Salze umkristallisiert, in dem zuerst Auskristallisierenden sich der Träger der Radioaktivität anreichert, während die späteren Kristallisationen schwächer und schwächer aktiv ausfallen, und durch einen sehr schwierigen, langwierigen Kristallisationsprozess gelang es ihnen alsdann, das Radium soweit anzureichern, dass sie nun zwar immer noch alle chemischen Eigenschaften des Baryums an ihm fanden, aber gänzlich andere physikalische Eigenschaften. Das Salz hatte eine geringere Löslichkeit; es zeigte, was ja sehr wesentlich ist, ein ganz anderes Spektrum. Baryum färbt die Flamme gelbgrün, Radium färbt die Flamme rot. Sie konnten das Baryum

Digitized by Google

soweit aus dem Salze entfernen, dass sie mit einiger Berechtigung annahmen, nun reines Radium in Händen zu haben. Es mag dahingestellt sein, ob das wirklich ganz reines Radium ist, dafür fehlen die Beweise. Aber es besteht sicher zu mehr als 90 % aus Radium. Mit diesem Kristallisationsprozess ging natürlich unausgesetzt eine Steigerung der Wirkung her und die reinsten Präparate zeigten dann ein millionenmal grösseres Strahlungsvermögen als das Uran. Bei der Verarbeitung der grossen Mengen von Pechblende, die zur Gewinnung einiger Dezigramm von Radium nötig sind — dann muss man schon mehrere Tonnen des Minerals verarbeiten — wurden nun in diesem Erz in viel untergeordneter Menge noch als das Radium andere Stoffe aufgefunden, die ebenfalls die Eigenschaft der Radioaktivität zeigten. Man fand radioaktives Blei, man fand eine Substanz darin, die man Aktinium nannte, Crookes fand eine andere Erde, der er den Namen Viktorium gab; aber von allen diesen Substanzen ist es doch noch sehr unsicher, ob sie eigentlich radioaktive Elemente darstellen oder nicht. Es sind hier noch die induziert aktiven Substanzen zu nennen: es können Substanzen vorübergehend aktiv gemacht werden dadurch, dass sie mit Radium in Berührung kommen, und es ist wohl möglich, dass die Radioaktivität auch der gedachten Stoffe teilweise darauf zurückzuführen ist.

Vor einigen Jahren beschäftigte sich M. ebenfalls mit der Untersuchung von Joachimstaler Pechblende, schied dabei Wismut aus der Pechblende ab, welches er ursprünglich für Polonium ansah, das aber nicht die Eigenschaft zeigte, seine Aktivität zu verlieren. Bei der näheren Untersuchung gelang es M. aus diesem Wismut eine Substanz abzuscheiden, die in mancher Beziehung, namentlich in analytischen Reaktionen dem Wismut sehr ähnlich ist, ein seltener Grundstoff, den man schon längst kannte: das Tellur. Dieses Tellur war sehr stark radioaktiv, zeigte aber im übrigen durchaus zunächst die Eigenschaften des gewöhnlichen Tellurs, und es war deshalb von vornherein anzunehmen, dass diese schon sehr stark radioaktive Substanz Tellur und in sehr wesentlichen Mengen gewöhnliches Tellur enthalten würde, von dem es sich zunächst nur durch die Radioaktivität unterschied. M. fand damals gewisse chemische Reaktionen auf, durch die es gelang, die radioaktive Substanz von dem Tellur zu trennen (Radiotellur). An dieser Substanz ist nun die Pechblende ungemein viel ärmer als an Radium. Über die chemische Natur der Substanz ist noch wenig zu sagen; sie wirkt noch ungeheuer viel kräftiger als das Radium, so dass man mit hunderteln Milligramm dieser Subsanz genügende Wirkungen erzielen kann, um sie zu demonstrieren. Das ist bei dieser Substanz bequem möglich, weil sie ein Metall ist, das man auf elektrolytischem Wege auf andere Metalle niederschlagen kann, z. B. auf einer Kupferplatte.

Es ist nun sehr merkwürdig, dass sich in der Pechblende zwei Substanzen finden, die radioaktiv und dabei in der Art ihrer Strahlung ganz charakteristisch unterschieden sind. Erst als zahlreiche Physiker sich eingehend mit dem Radium beschäftigten, ist man ja dahinter gekommen, dass das Radium mindestens zwei, vielleicht drei ganz verschiedene Strahlengattungen aussendet, ganz abgesehen davon, dass jede einzelne dieser Strahlengattungen nun etwa wie das Spektrum des Sonnenlichtes in eine grosse Anzahl von feiner differenzierten Arten zerlegt werden könnte. (Rutherford,) Mindestens zwei Arten von Strahlen, α- und β-Strahlen genannt, sendet das Radium aus. Man verzeichnet

Digitized by Google

noch eine dritte Art, die γ-Strahlen. Die α-Strahlen sind solche, die durch feste Körper und Flüssigkeiten sehr stark absorbiert werden, so dass sie nur durch ganz dünne Aluminiumfolien oder dergl. noch hindurchgehen. Die β-Strahlen sind durchdringend, insofern ähnlich den Röntgenstrahlen, aber sie unterscheiden sich von den Röntgenstrahlen sehr charakteristisch in einer Eigenschaft: die Röntgenstrahlen werden durch den Magneten nicht abgelenkt, während die β-Strahlen durch den Magneten abgelenkt werden in demselben Sinne wie Kathodenstrahlen, so dass es scheint, als ob die β-Strahlen sehr schnelle Kathodenstrahlen sind. Die α-Strahlen werden ebenfalls durch den Magneten abgelenkt, aber in sehr geringem Masse und nach entgegengesetzter Richtung wie die β-Strahlen, so dass sie durch ihr Verhalten gegen den Magneten in ganz charakteristischer Weise von den β-Strahlen unterschieden sind. Dann gibt es noch sehr durchdringende Radiumstrahlen, die man als γ-Strahlen bezeichnet hat; sie werden durch den Magneten nicht abgelenkt, und man hat darin früher einen charakteristischen Unterschied zwischen den γ- und β-Strahlen sehen wollen. Neuerdings haben einige Physiker eingewandt: wenn das Radium Kathodenstrahlen von sehr verschiedener Geschwindigkeit und demgemäss auch sehr verschiedenem Durchdringungsvermögen aussendet, dann ist es möglich, dass die γ-Strahlen solche von allergrösster Geschwindigkeit sind, dass es lediglich an experimentellen Schwierigkeiten scheitert, wenn man die Ablenkung durch den Magneten nicht mehr nachweisen kann. Mit Sicherheit kann man nur zwischen α- und β-Strahlen des Radiums unterscheiden. Das Radiotellur sendet nun nur α-Strahlen aus, diese α-Strahlen aber in ganz ausserordentlich starkem Masse.

Die Wirkung der Becquerel-Strahlen auf das Elektroskop weist auf den Unterschied zwischen α- und β-Strahlen hin. Schon bei Annäherung eines Stückes Pechblende gehen die Blättchen eines geladenen Elektroskops zusammen. Nähert man ein Stäbchen, auf dem sich annähernd 1 Milliontel Milligramm von Radiotellur befindet, so fallen die Blättchen sofort zusammen; das ist nicht der Fall, wenn man denselben Stab in Schreibpapier wickelt und dann nähert; wohl aber tritt Entladung ein, wenn man Radium, in einer Eisenblechschachtel eingeschlossen, nähert; die Strahlen durchdringen also Eisenblech, durchdringen Papier nicht. Zur Demonstration der α-Strahlen eignet sich, wegen der schnellen Oxydierung des Radiums an der Luft, mehr das Radiotellur.

Sowohl Radium- wie Radiotellurstrahlen machen die Luft leitend für Elektrizität. Da aber die α-Strahlen diejenigen sind, die durch selbst sehr dünne Schichten von festen Körpern schon nicht hindurchgehen, so liegt es ja auf der Hand, dass sie auch nicht durch eine beliebig dicke Schicht von Gas hindurchgehen, sondern sie werden von allen Körpern, seien es Gase, flüssige oder feste Körper, sehr stark absorbiert, nur dass Gase viel weniger dicht sind als feste Körper, und infolgedessen können die Strahlen durch eine mehrere Zentimeter lange Schicht von Gas hindurchgehen, während sie durch eine nur einige hundertel Millimeter dicke Schicht eines festen Körpers nicht hindurchdringen. Da sie aber auch von den Gasen stark absorbiert werden, so liegt es auf der Hand, dass sie auf die Gase stärker wirken können als die durchdringenden β-Strahlen, dass sie also das Ionisierungsvermögen für Gase in ganz besonders hohem Masse besitzen. Daher kann man eine Reihe von Experimenten mit den α-Strahlen ausführen, die man mit den β-Strahlen, die durch Gase

Digitized by Google

nicht genügend absorbiert werden, und infolgedessen auch nicht genügend stark auf sie einwirken, gar nicht ausführen kann.

Ladet man eine Franklinische Tafel und nähert dann Radiotellur etwa auf 10 cm, so wird sie entladen, wie bei der Berührung mit der Hand; nähert man von der anderen Seite eine Spur Radium, so wird die Tafel ohne Funken ganz entladen. Nähert man Radium in einer Aluminium-Kapsel eingeschlossen, so absorbiert letztere von den β-Strahlen zwar fast nichts, die α-Strahlen aber vollständig, und es bleiben nun alle Wirkungen auf das Leitvermögen der Luft aus. Die Becquerelstrahlen, namentlich die Strahlen des Radiums, haben nun sehr viel kräftigere chemische Wirkungen als bloss photochemische. Wenn man ein Radiumpräparat in einem Glasgefäss aufbewahrt, nimmt dieses Glas eine je nach seiner Zusammensetzung dunkelviolette oder braune Farbe an, obgleich wir doch Glas als einen besonders widerstandsfähigen Stoff anzusehen gewohnt sind. Eine andere chemische Wirkung, die auch die α-Strahlen des Radiotellurs ausüben, ist, dass der Sauerstoff der Luft unter der Einwirkung dieser Strahlen in Ozon verwandelt wird. Wenn man eine Flasche, in der sich Radium befindet, öffnet, riecht man stets Ozon. Chemische Wirkungen können die α-Strahlen nur in äusserst geringem Masse ausüben, weil sie in die Substanzen nicht eindringen. Lässt man eine solche Radiotellurplatte einige Wochen in Papier eingewickelt liegen, so wird dieses Papier ganz brüchig. Diese Wirkungen rühren vermutlich nicht direkt von den α-Strahlen her, sondern es handelt sich dabei um chemische Wirkungen des Ozons, das ja zerstörend auf organische Substanzen einwirkt, so dass hier nicht eine direkte, sondern mehr eine indirekte Wirkung des Radiotellurs vorliegt.

Eine Wirkung, die wahrscheinlich nicht chemischer Natur ist, die aber sehr merkwürdig ist, und von der man theoretisch keine klare Vorstellung hat — man hat versucht, sie chemisch zu erklären —, ist die, dass Salze, die wir als farblose kennen, z. B. Kochsalz oder Chlorkalium, unter der Wirkung der Radiumstrahlen intensiv gefärbt werden. Ein Stück Kaliumchlorid nimmt unter der Einwirkung dieser Strahlen eine dunkelviolette Färbung an. Wenn man dieses Kaliumchlorid dem Lichte aussetzt, verschwindet die Färbung sehr schnell; selbst bei elektrischem Licht würde es sehr bald erblassen; bringt man es ins Sonnenlicht, so verschwindet die Färbung schon in einigen Sekunden. Das Kochsalz wird nicht so intensiv gefärbt, es wird gelb; die Färbung geht durch den ganzen Kristall hindurch.

Man beobachtet nun aber noch Wirkungen ganz anderer Art. Wie man ja jede Energieform mehr oder weniger imstande ist, in jede beliebige andere Energieform umzuwandeln, so ist das natürlich auch der Fall bei der Energieform, wie sie uns in den Becquerelstrahlen vorliegt. Beispielsweise lässt sich diese Energieform in Wärme umsetzen. Wenn die Becquerelstrahlen, die das Radium aussendet, absorbiert werden, so muss ja irgend etwas daraus werden. Wenn sie durch Eisen nicht hindurchdringen, so erleiden sie irgend eine Veränderung, und es war von vornherein zu erwarten, dass Wärme dabei entstehen würde. In der Tat, bringt man in ein Eiskaloriemeter Radium hinein, das in eine Metallhülse eingeschlossen ist, so kann man die Wärmemengen messen, in welche sich die ausgesandte Energie umwandelt, indem sie absorbiert wird. Man hat nun berechnet, wieviel Wärme dabei erzeugt wird, und hat gefunden, dass ein Gramm Radium — es ist natürlich weniger angewandt worden —

Digitized by Google

in einer Stunde 80 kleine Kalorien entwickeln würde, woraus man geschlossen hat, dass 8 kg Radium einer Pferdestärke entsprechen würden. Wenn man also imstande wäre, sich 8 kg davon zu verschaffen, so könnte man einen Wagen damit dauernd ziehen. Wenn man in ein Gefäss, das einige Dezigramm Radium enthält, ein Thermometer eintaucht, so kann man direkt am Thermometer ablesen, dass die Temperatur in diesem Gefäss höher ist als in der Umgebung; das Thermometer steigt um mehrere Grade.

Viel interessanter noch als dies ist die Umwandlung in eine andere Energieform, in Lichtenergie. Ähnlich den Röntgenstrahlen wirken die Becquerelstrahlen auf phosphoreszierende Substanzen, also auf solche Substanzen, die durch Belichtung mit Tageslicht zum Leuchten angeregt werden, übrigens auch auf manche, bei denen das nicht der Fall ist, phosphoreszenzerregend ein. Geradeso also wie bei dem Auftreffen von Röntgenstrahlen auf einem Baryumplatincyanür-Schirm der Schirm aufleuchtet, so leuchtet er auf, wenn er von Becquerelstrahlen getroffen wird.

Auch bei diesen Phosphoreszenzerscheinungen zeigt sich ein bemerkenswerter Unterschied zwischen α- und β-Strahlen. Nicht auf alle Substanzen wirken die α- und β-Strahlen gleichmässig phosphoreszenzerregend ein. Sowohl in den Strahlen des Radiotellurs wie in denen des Radiums leuchtet das Baryumplatincyanür. Anders steht es mit dem Leuchten von sogenannter Sidotblende, hexagonalem Zinksulfid. Es leuchtet nur in den α-Strahlen; es leuchtet also, wenn man ihm die Radiotellurplatte oder ein offenes Radiumpräparat nähert. Dagegen leuchtet es nicht in den β-Strahlen des Radiums.

Die Sidotblende zeigt auch die Erscheinung des Nachleuchtens. Während das Baryumplatincyanür sofort erlischt, wenn die Strahlen des radioaktiven Stoffes nicht mehr darauf treffen, klingt das Leuchten des Sidotblendeschirmes langsam ab.

Zu den Stoffen, welche sowohl von α-, wie von β-Strahlen zu sehr schöner Phosphoreszenz angeregt werden, gehören auch die Diamanten, deren Echtheit sich durch diese Eigenschaft leicht prüfen lässt.

Alle Radiumsalze — nicht jedoch das Radiotellur — leuchten beständig im Dunkeln. Gewisse Radiumsalze aber, besonders das Chlorid und Bromid, leuchten, besonders wenn sie noch reich an beigemengtem Baryumsalz sind, ganz prächtig nach scharfem Trocknen. Die Erklärung für die letztere Erscheinung liegt darin, dass die Becquerelstrahlen das wasserfreie Baryumchlorid oder -bromid selbst zur Phosphoreszenz erregen. Wenn man wasserfreiem Bariumchlorid, das an sich nicht phosphoresziert, die Radiotellurplatte nähert, leuchtet es ähnlich wie die anderen phosphoreszierenden Stoffe. Dagegen leuchtet das kristallwasserhaltige Salz nicht.

Wenn eine Funkenstrecke an einem Induktorium möglichst genau so eingestellt ist, dass der Funke eben nicht mehr übergeht, so setzt der Funke ein, wenn die Strecke von ultraviolettem Licht bestrahlt wird. Ebenso wirken Becquerelstrahlen, und zwar sind in dieser Beziehung die β-Strahlen ungemein viel wirksamer als die α-Strahlen. Wenn ich also das Radiumpräparat auf mehrere Dezimeter Entfernung nähere, so setzen die Funken alsbald ein.

Es bleibt noch übrig, mit wenigen Worten auf die merkwürdigen physiologischen Wirkungen des Radiums hinzuweisen. Herr Curie hat zuerst

Digitized by Google

an sich die unangenehme Beobachtung gemacht, dass, wenn man die Haut den Becquerelstrahlen aussetzt, wie sie das Radium aussendet, die Stelle, an der die Bestrahlung stattgefunden hat, sich nach einigen Tagen rötet. Mehrere Wochen nach der Bestrahlung treten sehr bösartige Entzündungen auf. Ferner haben Aschkinas und Caspary gefunden, dass ähnlich wie ultraviolette Lichtstrahlen die Becquerelstrahlen auf Bakterien sehr stark einwirken und sie töten. Nun wirken zwar die ultravioletten Lichtstrahlen schneller, aber sie dringen gar nicht ein, während auch die durchdringenden Radiumstrahlen noch eine bakterienvernichtende Wirkung ausüben.

Sowohl die Beobachtung von Curie wie die Beobachtungen von Caspary und Aschkinas luden begreiflicherweise die Mediziner ein, diese Sache näher zu studieren; denn man konnte hoffen, dass, wenn so kräftige Einwirkungen auf den Organismus stattfanden, wie sie Curie beobachtet hatte, man diese Einwirkungen bei genügender Mässigung auch der Therapie nutzbar machen könnte. Dazu kam, dass man Bakterien durch Bestrahlung mit diesen Substanzen töten könnte, und zwar an Stellen, an die man mit anderen Strahlen übenhaupt nicht hinkommen kann. Es genügt, hier eine ganz kleine Kapsel anzuwenden, um irgend eine kleine Stelle zu bestrahlen. Man will namentlich bei Lupus und Karzinom sichere Wirkungen festgestellt haben, das unterliegt wohl keinem Zweifel; aber was abzuwarten bleibt, ist, ob diese Wirkungen auch dauernde sein werden, oder ob sie nicht vielleicht nur vorübergehende sind.

Eine höchst merkwürdige, mysteriöse radioaktive Substanz, über deren Natur man eigentlich garnichts weiss, nennt man Emanation. Das Radium selbst, in schwächerem Masse auch das Thorium — denn das Thorium, das man aus den Glühkörpern der Auerlichtbrenner kennt, ist in ähnlichem Masse wie das Uran schwach radioaktiv — nicht aber das Radiotellur, haben die Eigenschaft, einen nicht recht fassbaren gasähnlichen Stoff beständig auszusenden, und diesen Stoff, der zuerst von Rutherford beobachtet worden ist, nennt man eben die Emanation. Die Emanation ist radioaktiv und übt ähnliche Wirkungen aus, wie die anderen aktiven Stoffe. Sie verhält sich insofern wie ein Gas, als sie sich mit messbarer Geschwindigkeit verbreitet, etwa wie eine riechende Substanz. Wenn man ein Radium enthaltendes Gefäss öffnet, lässt sich diese Emanation in einer gewissen Entfernung erst nach einer gewissen Zeit nachweisen. Wenn man das Gas durch flüssige Luft leitet, wobei man ja erwarten konnte, dass, wenn es sich um ein Gas handelt, dieses Gas bei der niedrigen Temperatur kondensiert würde, so scheint dies in der Tat der Fall zu sein. Denn die Emanation geht durch ein in flüssige Luft getauchtes Rohr nicht mehr hindurch.

Vielleicht ist eine ganz neue Entdeckung Giesels berufen, hier weitere Aufklärung zu bringen. Schon Debierne hat nun Actinium genannte Erde in der Pechblende gefunden, die in besonders hohem Masse Emanation aussendet. Nunmehr hat Giesel eine ähnliche, dem Lanthan nahestehende Substanz abgeschieden, welche so stark emaniert, dass man hoffen darf, aus ihr wägbare Mengen des merkwürdigen Gases zu gewinnen.

Eine sehr interessante Beobachtung hat Ramsay an der Radiumemanation gemacht. Wenn man Baryum-Bromid in Wasser auflöst, so findet, wie Giesel zuerst bemerkte, eine ständige, sehr langsame Gasentwickelung statt, die nicht

Digitized by Google

etwa von der Emanation herrührt, sondern daher, dass das Wasser elektrolysiert wird, denn es entwickeln sich Wasserstoff und Sauerstoff; allerdings Sauerstoff in viel geringerer Menge, als dem Verhältnis entspricht, in dem Sauerstoff und Wasserstoff im Wasser gebunden sind. Das ist aber leicht zu erklären; der Sauerstoff wird teilweise zur Oxidation des Baryum-Bromids gebraucht; es entsteht aus dem Baryum-Bromid ein bromsaures Salz. Das entwickelte Gas hat Ramsay wochenlang aufgesammelt und so beträchtliche Mengen gewonnen. Den Wasserstoff und Sauerstoff hat er entfernt und dann Spuren eines Gases übrig behalten, welches ähnlich den von ihm in der Luft entdeckten Gasen die Eigenschaft hatte, völlig unfähig zu chemischen Reaktionen zu sein.

Dieses Gas führte er in ein evakuiertes Glasröhrchen, von wenigen Kubikzentimetern Inhalt, das er so weit erfüllte, dass der elektrische Funke überging. So konnte er das Spektrum dieses Gases beobachten und dieses Spektrum war nun ganz verschieden von den bekannten Gasen in der Luft. Nun kommt aber das Merkwürdigste: nach einigen Tagen verschwand dieses Spektrum und machte dem so ausserordentlich charakteristischen Spektrum des Heliums Platz. Diese Beobachtung ist bisher nur von dem einen Forscher gemacht worden. An der Richtigkeit der Beobachtung ist selbstverständlich bei einem so vorzüglichen Beobachter wie Ramsay gar nicht zu zweifeln. Dennoch sieht es so aus, als ob hier eine Umwandlung von Materie stattgefunden hätte, und man könnte dieselbe so erklären, dass das Radium unter Bildung von Emanation zerfällt. Diese radioaktive Substanz, die aus dem Radium erzeugt wurde, müsste weiter in Helium umgewandelt werden und dabei ihre Radioaktivität verlieren. Mit einer Platte hat M. dieselben Experimente bereits seit $^3/_4$ Jahren ausgeführt; also seit $^3/_4$ Jahren senden unausgesetzt diese wenigen Hundertel Milligramm, ohne dass man bis jetzt eine Schwächung bemerkt hat, so kräftige Strahlen aus. Man müsste also annehmen, dass im Laufe der $^3/_4$ Jahre von diesen Hunderteln Milligramm nur ein ganz kleiner Teil umgewandelt ist.

Es ist bei dieser Gelegenheit aus der Fülle der Hypothesen nur noch eine erwähnen, weil sie von dem Entdecker des Radiums herrührt und weil sie immerhin von allen überhaupt aufgestellten noch die plausibelste sein mag. Die Curies sagen, man könne sich vorstellen, dass es eine Energieform gibt, die aus dem Weltenraum zu uns gelangt, von einer Art, die wir nicht nachweisen können, weil wir noch nicht die Mittel gefunden haben, um diese Energieform in eine solche umzuwandeln, die wir wahrnehmen können. Wir haben ja auch sehr, sehr lange, jahrzehntelang, das Uran gekannt, und nicht gemerkt, dass es strahlt. Es wäre also möglich, dass es solche Strahlen gibt, die wir nicht nachweisen können, und diese Strahlen müssten die Eigenschaft haben, durch alles hindurchzugehen, unabsorbiert, mit einziger Ausnahme der radioaktiven Substanzen; von diesen würden die Strahlen absorbiert und in diejenige Energie umgewandelt, die wir als Becquerelstrahlen auftreten sehen. Die Curies haben dabei auf die Tatsache hingewiesen, dass alle Substanzen, an denen man Radioaktivität hat nachweisen können, Substanzen mit sehr hohem Atomgewicht sind, also das Radium, das Uran, das Thorium. Sie meinen, dass die Atomgrösse die Ursache sein könne, weshalb die hypothetischen Strahlen gerade von diesen Substanzen absorbiert werden und durch alle anderen hindurchgehen.

Digitized by Google

Die Emanation hat übrigens eine sehr grosse Bedeutung noch nach einer anderen Richtung. Wir wissen ja, dass die Luft nicht ein absoluter Isolator für Elektrizität ist, sondern alle Luft ist leitend nur in ausserordentlich geringem Masse. Nun haben Elster und Geitel, die sich ganz besonders mit luftelektrischen Messungen beschäftigt haben, die Hypothese aufgestellt, ob nicht vielleicht das Leitvermögen der Luft daher rühre, dass unsere Atmosphäre von dieser Radiumemanation ein wenig enthält und sie haben diese Hypothese durch einen sehr interessanten Versuch in gewissem Masse begründen können. Die Emanation der radioaktiven Substanzen hat nämlich die Eigenschaft, sich auf Substanzen verdichten zu lassen, die auf ein hohes negatives Potential geladen sind. Wenn man also einen Draht auf ein hohes negatives Potential ladet und ein Radiumpräparat nähert, kondensiert sich gewissermassen die Emanation auf diesen Draht. Sie haben einen langen Kupferdraht in der Luft ausgespannt und ihn auf ein ziemlich hohes negatives Potential geladen, und da ist in der Tat nach längerer Zeit dieser Kupferdraht deutlich radioaktiv geworden, so dass das Elektroskop darauf reagierte, indem die Blättchen zusammengingen. Man konnte das, was auf diesem Kupferdraht war, zwar nicht sehen, aber mit einem Lederlappen herunterwischen, so dass dieser radioaktiv wurde. Die Radioaktivität verschwand indessen nach einigen Stunden, dann war sie weder auf dem Draht noch auf dem Lederlappen mehr nachweisbar. Auf diese Weise kann man mit dem Radium auf andere Substanzen induziert aktivieren. Wenn man beispielsweise ein Metall in eine Flasche bringt, in der sich Radium befindet — es darf aber nichts dazwischen geschaltet sein — so wird das Metall radioaktiv. Diese Radioaktivität verschwindet aber nach einigen Stunden sie klingt langsam ab. Wenn aus einer Lösung, die Radium enthält, irgend eine andere Substanz als Niederschlag fällt, dann wird sie ebenfalls stark radioaktiv. Taucht man endlich ein Metall in eine Lösung ein, die ein Radiumsalz selbst in grösster Verdünnung enthält, so wird das Metall sehr stark aktiviert, und zwar ist hier der Grad der Aktivierung von der Natur des Metalles abhängig. Dann scheint die Induktion ganz abhängig zu sein von der Stelle, die das Metall in der Spannungsreihe einnimmt. Am stärksten aktiviert wird das Metall Zink, dann kommt etwa Kupfer, dann Silber, die geringste Wirkung tritt bei Platin ein.

Digitized by Google

Zeitschrift für Elektrotherapie
und die physikalischen Heilmethoden.

Band VI. 1904. Heft 8.

A. Abhandlungen.

I.

Über die elektrische Nervenreizung durch Wechselströme.

Von **W. Nernst** und **J. O. W. Barratt.**

(Aus dem Göttinger Institut für physikalische Chemie.)

Es ist eine besonders durch die Untersuchungen von d'Arsonval festgestellte Tatsache, dass Wechselströme von sehr hoher Frequenz eine relativ sehr schwache physiologische Wirkung ausüben; ein Strom z. B., der eine Glühlampe zum hellen Leuchten zu bringen vermag, passiert ohne merkliche Wirkung den menschlichen Körper, während ein Strom der gleichen Stärke in Gestalt eines Gleichstroms oder eines langsamen Wechselstroms unbedingt tödlich wirken würde.

Als Erklärung hierfür findet man bis in die neueste Zeit angegeben, dass die schnellen Wechselströme nur auf der Oberfläche des Körpers sich fortpflanzen und daher nicht physiologisch wirken, obwohl diese Auffassung wohl schon seit einiger Zeit als in jeder Richtung widerlegt gelten kann.

Erstens nämlich ist es eine missverständliche Anwendung der Theorie, dass bei so schlechten Leitern, wie sie die Elektrolyte überhaupt und ganz besonders die verdünnten wässerigen Lösungen des menschlichen Organismus sind, ein merkliches Zusammendrängen der Stromlinien an der Oberfläche des Leiters, wie es erst bei den ausserordentlich viel besser leitenden Metallen deutlich auftritt, stattfinden soll.[1])

Zweitens ist auch experimentell gezeigt worden[2]), dass der Widerstand selbst der besten Elektrolyte für schnelle Schwingungen der gleiche ist, wie für gewöhnliche Ströme.

---

[1]) Vergl. Nernst, Wied. Ann. 60, 615 (1897).

[2]) Nernst, l. c. 614; vergl. ferner Nernst und Lerch, Gött. Nachr. 1904.

Digitized by Google

Drittens existiert eine, wie es scheint, auch experimentell bereits bewährte Theorie der elektrischen Reizung, welche die relativ so geringe physiologische Wirkung schneller Schwingungen aufs einfachste erklärt[1]).

Im folgenden sind einige Versuchsreihen mitgeteilt, die, wie wir glauben, zu einer sehr exakten Prüfung der erwähnten Theorie geführt haben; doch sei zunächst letztere in ihren Hauptpunkten dargelegt, wie sie von einem von uns vor fünf Jahren entwickelt wurde.

Nach unseren bisherigen Kenntnissen kann der galvanische Strom im organisierten Gewebe, also einem Leiter rein elektrolytischer Natur, keine anderen Wirkungen, als Ionenverschiebungen, d. h. Konzentrationsänderungen, verursachen; wir schliessen also, dass letztere die Ursache des physiologischen Effekts sein müssen. Bei Wechselströmen treten Konzentrationsänderungen in mit der Richtung des Stromes wechselndem Sinne auf. Wenn ihr Mittelwert einen bestimmten Betrag erreicht, wird die physiologische Wirkung merklich werden, d. h. die Reizschwelle ist erreicht.

Es ist nun möglich, diese mittleren Konzentrationsänderungen zu berechnen, ohne gar zu spezielle Vorstellungen zu Hilfe nehmen zu müssen. Es ist bekannt, dass im organisierten Gewebe die Zusammensetzung der wässerigen Lösung, die den elektrolytischen Leiter bildet, nicht überall die gleiche ist, und insbesondere ist sie innerhalb und ausserhalb der Zellen verschieden. Halbdurchlässige Membranen verhindern den Ausgleich durch Diffusion; nur an diesen Membranen können Konzentrationsänderungen durch den Strom erzeugt werden, während bekanntlich im Innern einer Lösung von überall gleicher Zusammensetzung der Strom eine solche Wirkung nicht hervorbringen kann, weil in jedes Volumelement in jedem Augenblick ebenso viel Ionen hinein- wie hinauswandern.

An den halbdurchlässigen Membranen hingegen müssen Konzentrationsänderungen auftreten, weil der Strom daselbst Salz hintransportiert, dessen weiteren Transport die Membran verhindert. Salze, welche die Membran zu passieren imstande sind, übernehmen die Stromleitung durch die Membran. Hier also ist offenbar der Sitz der elektrischen Reizung zu suchen.

Wenn nun ein Strom von der Dichtigkeit eins die Salzmenge v an die Membran transportiert, so wird gleichzeitig infolge Diffusion eine Rückwanderung des Salzes eintreten; die mittlere Konzentrationsänderung

[1]) Gött. Nachr., Math. phys. Klasse, Heft I (1899), S. 104.

Digitized by Google

an der Membran wird also bedingt durch die entgegenwirkenden [1]) Effekte des Stromes und der Diffusion.

Die Gleichungen dieser Prozesse sind leicht zu entwickeln; betrachten wir einen Wechselstrom von der Intensität

(1) $$\iota = a \sin mt,$$

worin a die Amplitude des Stromes, t die variable Zeit und $\frac{m}{2\pi}$ die Anzahl Wechsel pro Sekunde bezeichnet, so bringt dieser Strom in der Zeit dt die Menge $(va \sin mt)\, dt$ Salz an die Membran, die aus der unmittelbaren Nähe derselben durch den Diffusionsstrom sofort in die benachbarten Schichten zurückgeführt werden muss, weil ja andernfalls in der allernächsten Nähe der Membran unendlich grosse, bezw. unendlich kleine Konzentrationen (je nach der Stromesrichtung) auftreten müssten. Bezeichnet x die Richtung des durch den galvanischen Strom bedingten Salzstromes und die damit gleiche, aber entgegengesetzte des Diffusionsstromes, so gilt für $x = 0$, d. h. für die nächste Nähe der Membran, wenn wir x von der Membran aus zählen,

(2) $$va \sin mt = -k \frac{dc}{dx},$$

worin k den Diffusionskoëffizienten, $-k \frac{dc}{dx}$ also die Dichtigkeit des Diffusionsstromes bezeichnet.

In hinreichender Entfernung von der Membran bleibt die Konzentration ungeändert, d. h. es ist

(3) $$c = c_0 \text{ für } x = \infty \cdot$$

Überall gilt die bekannte Diffusionsgleichung

(4) $$\frac{dc}{dt} = k \frac{d^2c}{dx^2},$$

welche nichts anderes aussagt, als das in jedem Volumelement die Konzentration um so viel wächst, als der Überschuss der hineingewanderten Menge beträgt.

Die obigen Gleichungen (1) bis (4) sind im Prinzip genau dieselben, zu denen Herr Warburg [2]) in seiner bekannten Theorie der Polarisier-

---

[1]) Es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, dass elektrostatische Ladungen an den halbdurchlässigen Membranen, auf die zuerst Ostwald (Zeitschr. f. physik. Chemie 6, 71 [1890]) hingewiesen hat, ebenfalls Reizerscheinungen ausüben; da diese aber mit den Konzentrationsänderungen parallel gehen, so brauchen wir sie hier nicht weiter zu berücksichtigen.

[2]) Verhandl. physik. Ges. Berlin vom 20. November 1896. Die obigen Gleichungen dürften auch für die Untersuchung der Polarisationserscheinungen im organisierten Gewebe neue Anhaltspunkte liefern.

Digitized by Google

barkeit von Elektroden durch Wechselstrom infolge von Konzentrationsänderungen an den Elektroden gelangte; es spielt eben, wie wir sehen, die halbdurchlässige Membran in mancher Hinsicht die Rolle einer in die Strombahn geschalteten Elektrode (eines sog. Zwischenleiters). Herr Warburg findet das Integral obiger Gleichungen für den stationären Zustand zu

$$C - c_0 = -\frac{av}{\sqrt{k}\sqrt{m}}, \tag{5}$$

worin C die Konzentration in unmittelbarer Nähe der Membran (d. h. für $x = o$) bedeutet. $C - c_0$ müsste nach unsern obigen Betrachtungen also die physiologische Reizung bedingen; damit eine solche überhaupt auftritt, muss $C - c_0$ einen gewissen absoluten Betrag A erreichen. Wir finden also als Bedingung für einen physiologischen Effekt

$$A \leqq \frac{av}{\sqrt{k}\sqrt{m}}. \tag{6}$$

Nun ist a der Intensität des angewandten Wechselstroms proportional; nach unserer Theorie muss also die Stromintensität, die gerade noch einen Reiz ausübt, mit der Quadratwurzel aus der Schwingungszahl direkt proportional ansteigen.

Das vorstehende Theorem wurde auf Veranlassung des einen von uns bereits von Herrn von Zeynek[1]) durch Bestimmung der Stromstärke, welche gerade noch die Nervenenden der Fingerspitzen erregte, für Ströme der verschiedensten Periode geprüft. Innerhalb gewisser Grenzen bestätigte sich die obige Formel, doch immerhin nur mit mässiger Annäherung. Die nachfolgend beschriebenen Versuche haben gelehrt, dass es in hohem Masse darauf ankommt, ob die benutzten Ströme den von der Theorie vorausgesetzten sinusförmigen Verlauf besitzen, so dass die erwähnten, im übrigen äusserst vorsichtigen Versuche, bei denen hierauf zunächst nicht sonderlich geachtet wurde, wenn sie auch bereits die Theorie, wie man wohl sagen kann, auffallend bestätigt haben, doch nicht für die Entscheidung der Frage ausreichen, mit welcher Exaktheit die Forderungen der Theorie zutreffen.

Bei unseren Versuchen wurde stets derselbe Wechselstromgenerator benutzt, so dass, wenn er wohl kaum exakt sinusförmige Ströme liefert, doch sicherlich völlig vergleichbare Verhältnisse vorliegen; derselbe besteht aus einer Anzahl kreisförmig angeordneter Drahtrollen, die mit einem Kern von Eisendrähten versehen sind und zu deren beiden Seiten ein elektromagnetisch erregbarer Kranz von stumpfen Eisenspitzen rotierte.

---

[1]) l. c., S. 94.

Digitized by Google

Die Zahl der letzteren betrug 60, so dass einer Umdrehung der Maschine 60 Polwechsel entsprechen. Die Maschine wurde mit der Hand durch eine Schnurlaufübertragung gedreht und die Umdrehungszahl mittels eines Tourenzählers gemessen. Die Pole der Maschine führten zu einem mittels Gleichstrom geaichten Hitzdraht-Voltmeter von Hartmann & Braun, so dass die Spannung der Maschine, die man übrigens durch die Stärke der Erregung bequem variieren konnte, stets bekannt war. Von den Enden des Voltmeters ging der Strom durch einen einstellbaren Flüssigkeitswiderstand, wie er als Nebenschluss bei dem von einem von uns[1]) angegebenen Apparat zur Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten verwendet wird, und ferner zu den Enden von zwei Platindrähten, die parallel aufgespannt waren und über die der mit physiologischer Kochsalzlösung befeuchtete Nerv des Nervmuskelpräparats eines Frosches gelegt war. Ein Ende des daran befindlichen Muskels war fixiert, während das andere Ende an den Hebelarm eines drehbar befestigten Spiegelchens geführt wurde. Der Muskel war durch eine Feder leicht gespannt, so dass die geringste Kontraktion oder Zuckung sich auf den Spiegel übertrug und mit Hilfe von Fernrohr und Skala konstatiert werden konnte.

In den nachfolgenden Tabellen bedeutet *i* die Stromstärke, die gerade noch ein Zucken des Muskels hervorbrachte; indem man bei konstant erhaltener Spannung der Maschine den Flüssigkeitswiderstand allmählich verkleinerte, konnte mit grosser Genauigkeit der Punkt gefunden werden, bei dem eine Reizerscheinung eben auftrat; indem ferner bei den einzelnen Versuchen die Reizung möglichst auf ein Minimum beschränkt wurde, traten die Ermüdungserscheinungen, wie die Konstanz der erhaltenen Resultate lehrte, in keiner Weise störend auf. Selbstverständlich wurden hohe und niedrige Schwingungszahlen des Wechselstroms in geeigneter Weise alternierend benutzt, um jede zeitliche Veränderlichkeit des Präparats nach Möglichkeit zu eliminieren. Die Kontraktion des Muskels dauerte nach dem Erreichen der Reizschwelle stets solange an, als der Strom geschlossen blieb (etwa 2 bis 5 Sekunden). Der Widerstand des Nervs wurde vor und nach jeder Versuchsreihe nach der Kohlrauschschen Methode mit einer Walzenbrücke gemessen; ebenso auch der Betrag des variablen Flüssigkeitswiderstandes unmittelbar nach jeder Einschaltung. Als Vergleichswiderstand diente eine nach Chaperon gewickelte Rolle von 10000 Ohm. Zur Vermeidung von störender Polarisation waren sowohl die Elektroden des Nervs wie auch

[1]) Nernst, Zeitschrift f. physik. Chemie 14, 622 (1894).

Digitized by Google

diejenigen des variablen Flüssigkeitswiderstandes gut platiniert. Es wurde eine Genauigkeit aller einzelnen in Betracht kommenden Faktoren bis auf 2 % etwa angestrebt und wohl auch meistens erreicht.

In den nachfolgenden Tabellen bedeutet V die Spannung des angewandten Wechselstromes in Volt, w den Widerstand von Nerv + variablem Flüssigkeitswiderstand in Ohm, so dass also der Quotient die Stromstärke in Ampère angibt. n ist die Wechselzahl; die berechneten Werte sind nach der Formel:

$$i = C\sqrt{n} \text{ Mikro-Ampère}$$

gefunden, worin also C eine dem betreffenden Präparat eigentümliche Konstante bedeutet.

Die nachfolgenden drei Tabellen sind in der Reihenfolge erhalten, wie sie mitgeteilt sind; entsprechend der in der Ausführung der betreffenden Messungen, an denen sich auch Herr Dr. von Lerch mit grösstem Eifer beteiligte, gewonnenen Übung wuchs auch die Regelmässigkeit der Zahlen und zugleich auch der Anschluss der gewonnenen Werte an die Theorie.

Die Temperatur der untersuchten drei Präparate lag zwischen 15 und 20°; über die Sicherheit der gewonnenen Zahlen geben z. B. folgende drei Parallelversuche Aufschluss:

V	w	n	$\frac{V}{w + w'\sqrt{n}} \cdot 10^{-9}$
1,65	759000	480	95
1,53	732000	430	96
1,53	759000	435	93

Es bedeuten hier, wie im folgenden, V die Spannung in Volt, w den gesamten, w' den Nervenwiderstand und n die Wechselzahl des Stromes.

Tabelle I.

$w' = 30000$; $C = 0,075$.

V	$w \cdot 10^{-3}$	n	i. beob.	i. ber.	Diff. Prozent
0,77	686	200	1,12	1,06	—5
1,42	803	550	1,77	1,75	—1
1,44	817	632	1,76	1,88	+7
1,65	817	750	2,02	2,05	+1,5

Digitized by Google

Tabelle II.

$w' = 35050$; $C = 0{,}102$.

V	$w \cdot 10^{-3}$	n	i. beob.	i. ber.	Diff. Prozent
0,82	551	185	1,49	1,38	— 7,4
1,57	785	448	2,00	2,16	+ 8,0
1,50	551	545	2,72	2,38	+12,5
1,31	551	641	2,38	2,58	+ 8,4
1,78	551	947	3,23	3,14	— 2,8
2,10	551	1537	3,81	4,00	+ 5,0

Tabelle III.

$w' = 19400$; $C = 0{,}079$.

V	$w \cdot 10^{-3}$	n	i. beob.	i. ber.	Diff. Prozent
0,66	810	105	0,81	0,78	—4,2
0,66	751	136	0,88	0,92	+4,6
1,68	779	485	2,16	2,21	+2,3
1,68	699	960	2,41	2,47	+2,9
2,24	582	2230	3,85	3,73	—3,1

Wie man sieht, sind die Schwankungen zwischen den beobachteten und berechneten Werten unregelmässig verteilt; ein bestimmter Gang in den Abweichungen ist nicht zu erkennen. Gelegentliche Abweichungen von 8 bis 12 % zwischen Theorie und Versuch sind wohl in Anbetracht des Umstandes, dass eine Reihe verschiedenartiger Grössen mit grösster Schnelligkeit gemessen werden mussten, um den Einfluss einer zeitlichen Veränderlichkeit des Präparates auszuschliessen, noch allenfalls durch eine zufällige Häufung von Versuchsfehlern erklärbar; bei der letzten, offenbar genauesten Tabelle bleiben die Abweichungen stets unter 5 %.

Wir können also schliessen, dass für Schwingungszahlen von $n = 100$ bis $n = 2000$ das Quadratwurzelgesetz mit einer Strenge gilt, wie sie vielleicht für wenige physiologische Gesetze bisher nachgewiesen werden konnte. Gleichzeitig sind durch obige Zahlen wohl anderweitige, bisher aufgestellte Erregungsgesetze widerlegt.

Wir haben ferner noch Versuche gemacht, um in der gleichen Weise den Schwellenwert für die von einem sog. singenden Lichtbogen gelieferten Wechselströme zu ermitteln. Es wurde in der Weise verfahren, dass ein

Digitized by Google

derartiger, durch geeignete Transformatoren erhaltener Wechselstrom eine Spule von bekannter Selbstinduktion passierte, deren Spannung mittels eines Hitzdrahtinstrumentes gemessen wurde; an den Klemmen dieses Instrumentes lag der bei den bisherigen Versuchen benutzte Stromkreis. Indem gleichzeitig auch durch ein zweites Hitzdrahtinstrument der Strom, welcher die Selbstinduktionsspule passierte, gemessen wurde, konnte in bekannter Weise die mittlere Schwingungszahl des Wechselstromes berechnet werden, die sich zu 6300 bis 6700 ergab. Die so gewonnenen Schwellenwerte waren unregelmässig und erheblich zu hoch, indem die Ströme für die verschiedenen Präparate um 30 bis 120 % grösser waren, als die Theorie verlangt. Offenbar ist nicht anzunehmen, dass unser Erregungsgesetz, welches im Intervall von $n = 100$ bis 2000 exakt stimmt, für $n = 6500$ plötzlich vollkommen versagt, und jedenfalls hätte man, wenn man es mit wohldefinierten Verhältnissen zu tun hat, mindestens regelmässige Zahlen erwarten sollen. Herr Prof. Simon war so freundlich, uns Photogramme des von einem singenden Lichtbogen gelieferten Stromverlaufes zu zeigen. Dieselben lassen sofort erkennen, dass von einer genauen Sinusform nicht die Rede ist und dass vor allem der Stromverlauf sich mit der Natur und Länge des benutzten Lichtbogens verändert. Damit ist denn auch klargestellt, dass diese Ströme zur Prüfung der Theorie zunächst ungeeignet sind. In noch viel höherem Masse trifft dies natürlich, wie sich übrigens bereits Zeynek und Nernst vollkommen klar waren, für oszillatorische Ladungen Leydener Flaschen zu, so dass die Ergebnisse Einthovens[1]) offenbar solche rein zufälliger Natur und zur Prüfung unserer Formel ganz ungeeignet sind.

Natürlich wird es von grossem Interesse sein, die Gültigkeit des oben dargelegten Erregungsgesetzes innerhalb weiterer Grenzen der Schwingungszahlen zu prüfen, als bisher möglich war. Zum Teil wird dies durch Benutzung der von M. Wien und Dlezalek kürzlich angegebenen Wechselstromsirenen möglich sein. Eine direkte Lösung des Problems innerhalb der weitesten Grenzen aber würde sich ermöglichen lassen, wenn man eine Vorrichtung konstruierte, die innerhalb weiter Grenzen auf Wechselströme nach einem gleichen Gesetze reagiert[2]). Mit Versuchen in dieser Richtung sind wir beschäftigt.

---

[1]) Pflügers Archiv 82, 101 (1900).

[2]) Ausser einer polarisierten Zelle (Warburg) käme vor allem noch ein System von Thermozellen in Betracht, für welch letztere offenbar die gleichen Formeln gelten, wenn man anstatt der Polarisation die thermoelektrische Gegenkraft und anstatt des Diffusionsstromes den Wärmestrom einführt.

Digitized by Google

II.

Elektropathologie.

Von **Dr. Kurella.**

(Fortsetzung.)

Die Beschwerden, besonders die Schmerzhaftigkeit und anfallsweise Schwäche der linken Nacken- und Schultermuskulatur, nahmen erheblich zu; die Patientin brach die Behandlung ab, trat am 1. November, also 8 Wochen nach dem Unfalle, wieder in Dienst, vertrug aber die zur Herstellung der Verbindungen am Schaltschranke nötige, weitausgreifende Bewegung der Arme und den Druck des das Telephon tragenden, um den Nacken liegenden Riemens nicht und blieb vom 21. bis 27. November in sehr gedrückter Stimmung, fast ganz schlaflos, wieder zu Hause; ein am 27. November unternommener, trotz schnell sich wieder einstellender Schmerzen und Schwäche der Arme 5 Tage lang fortgesetzter Versuch, wieder zu arbeiten, führte schliesslich ausser zu einer progressiven Schwäche der Arme wieder zu Depression, zu Angstzuständen; sie meldete sich krank, konsultierte mich am 12. Dezember und blieb bis zum 1. April vom Dienste fort.

Ich fand weinerliche Stimmung, sehr weite Pupillen, allgemeine Steigerung der Haut- und der tiefen Reflexe vom Occiput und dem Kinn an bis zum Niveau des 5. Intercostalraums, besonders war durch leise Nadelstiche in die linke Vola ein äusserst heftiges, schnelles Zurückziehen des Arms und Heben der Schulter hervorzurufen; cucullaris und deltoides links waren schlaffer und dünner als rechts, sehr druckempfindlich; äusserst druckempfindliche Stellen fanden sich beiderseits neben der spina occipitalis, längs des vorderen Randes des linken sternocleidomastoideus; die galvanische Erregbarkeit der Schulter- und Oberarmmuskulatur einschliesslich des triceps und biceps merklich gesteigert; es besteht eine ungewöhnliche Empfindlichkeit gegen alle elektrischen Einflüsse; deshalb musste auf eine genaue Messung der faradischen Erregbarkeit während der ersten Wochen der Beobachtung verzichtet werden; auf dem Isolierschemel der Influenzmaschine bei langsamer Drehung der Scheiben, unter Erdung des negativen Pols, fühlt sich die Patientin bald sehr unwohl, weint, bittet, sie herunterzunehmen. Der Tastsinn zeigt sich nicht verändert, die faradische Erregbarkeit der Haut-Sensibilität ist erheblich gesteigert.

Die Behandlung richtete sich zunächst gegen die Angst und gegen die Entstehung von Autosuggestionen über die Unfallsfolgen; die Patientin wurde auch bald mutiger, schlief besser, liess sich gern massieren; sie erhielt öfter warme Bäder, Bromsalze, Chloralhydrat in kleinen Dosen.

Digitized by Google

Unter Chloral zeigte sich auch vorübergehend die Elektrohyperästhesie geringer; sobald aber eine steilere Stromschwankung, besonders eine induzierte. appliziert wurde, oder der Hauch einer statischen Effluvation oder eines Teslatransformators, trat Übelbefinden und grosse Ängstlichkeit ein. Beide Arme, der linke erheblich mehr, ermüdeten sehr schnell; eine Belastung des Arms mit einem Kilogramm — das Tragen eines Buchs, eingekaufter Nahrungsmittel — löste in 5—10 Minuten Schwäche und Gefühl des Abgestorbenseins im Arme aus. Die Schrift blieb zunächst noch stark verändert, erinnerte an die Schrift bei leichter Chorea.

Als dann durch galvanische Lokalbäder die Schmerzen und die Ermüdbarkeit der Arme erheblich geringer geworden waren, schickte ich die immer blasser und magerer werdende Patientin ins Riesengebirge, wo sie vom 23. Januar bis zum 31. März blieb. Sie schonte hier ihre Arme, genoss die Wintersonne des Gebirges, machte jeden Wintersport mit, der ohne Anstrengung der Arme möglich ist, und kam Ende des Gebirgswinters heiter, rosig, mit 12 Pfund Gewichtszunahme und ohne lokale Beschwerden zurück.

Jedoch bestand noch Volumens- und Tonusabnahme, sowie Druckempfindlichkeit in den hinteren und vorderen Halsmuskeln, im cucullaris und sternocleidomastoideus, während biceps und triceps normal erschienen; dem entsprach auch die galvanische Erregbarkeit.

Mit der Wiederaufnahme des Dienstes stellten sich aber Schmerz und Druckempfindlichkeit im Hinterkopf und Nacken wieder ein; nach vierzehn Tagen berichtet mir die Patientin wieder, dass der zur Verbindung der Apparate ausgestreckte Arm niedersänke; sie wurde, weil sie einmal anstatt zu arbeiten weinte, einige Tage vor Pfingsten aus dem Dienste geschickt und blieb nun wieder 5 Wochen, bis Ende Juni, fort, ich nahm die regelmässige Behandlung wieder auf, suchte vor allem psychisch beruhigend zu wirken, liess beide Arme in Wannen mit warmem Wasser baden, die mit der Anode einer Batterie unter 8—10 m. A. verbunden waren, massierte die schmerzhaften Stellen an Occiput, Nacken- und Schultermuskulatur mit sachter Effleurage; in der Tat gingen die lokalen Symptome an Ausdehnung und Intensität nun schnell zurück, es entwickelte sich aber immer mehr ein larmoyant-sentimentales Wesen bei dem früher stets frischen und „forschen" Mädchen und pari passu damit eine zunehmende Appetitlosigkeit; im Juni trat sie wieder in Dienst, wurde nun aber nicht unmittelbar an den Apparaten, sondern zur Aufsicht beim Apparatenpersonal verwendet; das veränderte Wesen und die Appetitlosigkeit blieben aber bestehen und jede Probe zeigte, dass bei allen energischen Bewegungen schnell wieder Ermüdbarkeit, Schmerz und

Digitized by Google

eine eigentümliche, an leichte Chorea erinnernde Unruhe beider Arme eintrat; die Schrift, die nun wieder ihre frühere korrekte Form angenommen hatte, erhielt nach etwa 30 Zeilen wieder denselben Charakter, wie bei meiner ersten Untersuchung.

In diesem Zustande habe ich die Patientin mit kurzem Urlaube in ein ruhiges Seebad Mitte Juli gehen lassen.

III.

Es wird nun von Interesse sein, zu erfahren, welche Folgen der Unfall der zuletzt erwähnten Patientin für den Beamten gehabt hat, der mit ihr durch eine Leitung des Fernamtes verbunden war. Ich lasse die mir zufällig zugänglich gewordene autobiographische Krankengeschichte dieses Falles hier, bis auf einige unwesentliche Abkürzungen verbotenus, folgen.

Ich arbeitete am 7. September an den für die Ferngespräche bestimmten Leitungen. In der direkten Leitung S.-B., in der nur genannte zwei Ämter eingeschaltet sind, hatte ich eben die B.er Dame um einen gewünschten Anschluss gebeten, als ich — den Hörer am linken Ohr — eine heftige elektrische Stromentladung in dasselbe erhielt. Diese Entladung, um 11 Uhr vormittags, war ebenso, wie die noch folgenden, nicht kurz, knackend, stechend wie ein Blitzschlag — ich habe solche wiederholt in meiner Praxis beobachtet —, sondern länger anhaltend, dem Geräusch und Schmerzgefühl nach eher vergleichbar mit einem mit einer Säge vollführten Zug oder Strich. Heftig erschrocken dachte ich im ersten Augenblick, die Dame hätte mir mit auf unerklärliche Weise verstärktem Induktionsstrom, also mit der Kurbel in die Ohren geläutet und wollte dieses gerade feststellen, als ich einen noch stärkeren Schlag abermals ins linke Ohr erhielt. Ich legte erregt den Hörer hin, nahm ihn aber wieder mit der rechten Hand auf, um die mir unerklärliche Sache aufzuklären. Blitz war es nach meinem Gefühl nicht und Starkstrom konnte ich nicht vermuten. Nunmehr erfolgte eine dritte Entladung, die ich aber, da ich rechtzeitig den Hörer fallen liess, nur in geringerem Masse in das rechte Ohr bekam. Wie ein Kollege, der halblinks hinter mir sass, sagte, wäre ich beim ersten Schlage fast vom Stuhl gefallen. Ich empfand nunmehr heftiges Stechen im linken Ohr, sowie ziehende Schmerzen, hauptsächlich in der linken Kopfseite oben, im Hinterkopf bis in das Genick. Ferner spürte ich eine gewaltige Nervenspannung; ich hatte das Gefühl, es müsse mir Erleichterung schaffen, wenn ich hätte weinen können. Auch Atemnot und Herzklopfen stellte sich ein, so dass ich in kurzen Zwischenpausen an das offene Fenster gehen musste und dort tief Atem zu holen versuchte. Ungefähr $^3/_4$ Stunden nach dem ersten Schlage — ich hatte mich immer wieder an meinen Arbeitsplatz gesetzt und zu arbeiten versucht — fiel ich gänzlich ab; ich konnte z. B. an dem Apparat, vor dem ich sass und der 12 Verbindungsschnüre hat, keine Schnur sehen bezw. finden. Auf eine verworrene Frage von mir, wo auf einmal die Schnüre seien, gab ein Kollege sie mir in die Hand mit den Worten: „Aber hier sind sie ja, Du siehst wohl schlecht". Dies ist mir nachträglich erst erzählt worden. Dann bin ich mit Mühe und schwankend nach

Digitized by Google

Hause gegangen. Meine Frau merkte mir, weil ich so sehr mit Atemnot und Herzbeschwerden zu kämpfen hatte und weil ich sehr aufgeregt war, bald an, dass mir etwas zugestossen war.

Mittag vermochte ich nicht zu essen, da ich auch mit Brechreiz zu kämpfen hatte; wohl aber trank ich zwei Gläser Zitronenlimonade, die mir sehr gut taten. Um 2 Uhr ging ich zu Herrn Dr. W., der mich bald ins Bett schickte, mir Bitterwasser und ein Brompräparat verordnete und mich fortgesetzt Eisumschläge auf Kopf und Herz machen liess. Kaum war ich im Bett, als überaus heftige, krampfartige Herzbeklemmungen auftraten. Letztere hielten mit kurzen Unterbrechungen den ganzen Nachmittag an. Diese — ich nenne sie „Herzkrämpfe" — begannen mit Schmerzen, die im Hinterkopf anfingen, dann bis in die Schläfe zogen und von dort — gewissermassen als Krampf — zum Herzen übersprangen. Diese Erscheinungen traten so heftig auf, dass ich im Bett förmlich in die Höhe ging und mehrmals „wegzubleiben" schien, um so mehr, als infolge von Atemnot die Brust mächtig zu arbeiten hatte. Abends, gegen 9 Uhr, wurde ich etwas ruhiger, ich habe die Nacht auch etwas geschlafen. Diese „Herzkrämpfe" liessen in der Folgezeit nur ganz allmählich nach, sind aber ebenso wie die gleichzeitig mit auftretende Atemnot nie ganz verschwunden. Sie traten späterhin meistens in der Nacht auf, so vor ca. 14 Tagen einmal drei Stunden lang. Am Tage waren sie in der Folgezeit nur von kürzerer Dauer.

In den nächsten auf den Unfall folgenden Tagen zeigte sich ein dumpfer, schmerzhafter Druck auf den Kopf, der wohl drei Monate ununterbrochen angehalten und mich sehr gepeinigt hat, mir auch jedes Denken erschwerte. Ich mochte niemanden sehen, nichts hören. Jeder Ton tat mir weh, jeder Lichtstrahl. Es war als ob mein ganzer Kopf weich war; bloss „hindämmern" wollte ich. Ferner hatte ich, solange ich im Bett war — 12 Tage lang —, das Gefühl, speziell im Hinterkopf, als wäre ich in einem lose gekoppelten, stark schaukelnden Eisenbahnwagen. Ferner sah ich ungenau, oft doppelt und dreifach; auch „mouches volantes", ganze Schwärme zogen an meinen Augen vorbei; auch heute noch. Einige Tage nach dem Unfall stellte sich eine heftig schmerzende Entzündung im linken Mittelohre ein, die nach ca. 10 Tagen verschwand, um dann im geringeren Masse rechts aufzutreten. Als ich nach 12 Tagen das Bett verliess, während welcher Zeit ich unausgesetzt Eisumschläge auf Kopf und Herz gemacht hatte, konnte ich kaum gehen. Es war mir, als ob ich auf einem stark rollenden Schiff mich befand; auch war ich sehr unsicher beim Treppensteigen und beim Gehen auf der Strasse, speziell beim Überschreiten der Gerinne, weil ich die Stufen nicht richtig sah, bezw. die Entfernungen derselben von einander nicht richtig abzuschätzen vermochte. Mein Gehör, in dem ich ab und zu Stechen verspürte, funktionierte ebenfalls nicht richtig; häufig, wenn meine Angehörigen in gewohnter Weise mit mir sprachen, verstand ich nichts; ein andermal empfand ich die leisesten Geräusche so heftig, dass ich erschrak. Einmal z. B. sang mein dreijähriges Töchterchen nicht etwa laut im Nebenzimmer; ich ging ans Fenster, weil ich glaubte, eine Militärkapelle komme die Strasse herauf. Auch Schwindelgefühl, so dass ich glaubte, ich falle um, und Zittern in den Knieen trat auf. Ein Übel löste immer das andre ab. Mehrere Wochen hindurch war ich direkt menschenscheu. Es kostete mich grosse Überwindung, eine nur einigermassen

Digitized by Google

belebte Strasse zu betreten; ich empfand bei dem Gehen, Husten und Sprechen der Leute ordentlich Schmerzen. Auch sehr lichtempfindlich wurde ich; Lampenlicht ertrage ich nur, wenn es durch einen Lampenschirm gedämpft wird. Lesen verursachte mir direkt physisches Unwohlsein. Auch verschwammen die Zeilen ineinander. Mein Gedächtnis funktionierte mangelhaft; zusammenhängend logisch zu denken war mir lange fast unmöglich. Der Appetit war leidlich, der Schlaf häufig mangelhaft.

Am 4. Januar trat ich wieder in den Dienst, in eine ruhige Dienststelle. Während ich kurz vorher krampfartige Erscheinungen in der rechten Ferse gespürt hatte, traten nunmehr gleiche — schreibkrampfähnliche — Erscheinungen in beiden Händen, sowie im rechten Unter- und Oberarm auf, die mir beim Anfassen, Zugreifen und Schreiben so hinderlich waren, dass ich mit den Händen einige Male gar nicht arbeiten konnte. Nach einigen Wochen verschwanden diese Beschwerden. Am 15. Februar ging ich auf Erholungsurlaub und habe dann vom 8. März bis 13. Juli wieder Dienst getan. Seit dem 13. Juli bin ich wieder ausser Dienst, weil ich wieder unter Kopfschmerzen und Kopfdruck, Herzaffektionen und Lichtempfindlichkeit der Augen zu leiden habe. Ich nehme wieder Brom, welches mir so gute Dienste geleistet hat, und gehe am 23. d. M. auf 6 Wochen nach K. ins Gebirge.

Da es möglicherweise für Sie, Herr Dr., von Interesse ist, teile ich Ihnen mit, dass ich im 34. Lebensjahre stehe, Soldat gewesen bin, und nie vorher etwas mit Nerven zu tun gehabt habe.

Diese drei Krankengeschichten sind ja weit davon entfernt, abgeschlossen zu sein, und man wird es deshalb vielleicht unangebracht finden, dass ich sie mitteile. Andrerseits ist es sehr schwer, mit einiger Sicherheit zu prognostizieren, wann sie überhaupt einen Abschluss erreichen werden; sie zeigen in merkwürdiger Mischung Symptome organischer und funktioneller Nervenstörung, und bei der ja immer noch recht grossen Unvollkommenheit unserer Untersuchungsmethoden wird man auch aus der Betrachtung unabgeschlossener, an objektiven Tatsachen armer Prozesse zu einer gewissen Orientierung zu kommen suchen müssen.

Analysiert man die Symptome, so zeigt es sich, dass das gleichzeitige Auftreten von Dyspnoe, Tachycardie und schwerer Oppression im Vordergrunde der Erscheinungen stehen in den Fällen I und III, dass diese wichtigen Symptome bei beiden Fällen vom Unfall an bis heute bestehen, und dass somit Fall I und III in den wichtigsten Punkten einander mehr ähneln, als II und III untereinander, die doch ätiologisch absolut identisch sind, denn beide Fälle stellen Duplikate ein und desselben Unfalles dar.

Die tabellarische Übersicht der Symptome in diesen drei Fällen kann natürlich kein vollkommenes Bild der Symptomatologie derselben geben; ich habe die Hauptsymptome jedes Falles in dieser Tabelle durch ein ! angedeutet; die zeitlichen Verhältnisse, der eigentümliche Verlauf;

Digitized by Google

während dessen bald diese, bald jene Symptomengruppe prävalierte, lässt sich tabellarisch nicht veranschaulichen.

<table>
<tr><th></th><th>Fall I</th><th>Fall II</th><th>Fall III</th></tr>
<tr><td>Psychische Symptome</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Schlaflosigkeit . . .</td><td></td><td>|</td><td></td></tr>
<tr><td>Depression . . . . . .</td><td>|</td><td>|</td><td>|</td></tr>
<tr><td>Weinerlichkeit . . .</td><td>|</td><td>|</td><td></td></tr>
<tr><td>Hypochondrische Auffassung . . . . . .</td><td>|!</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ängstlichkeit . . . .</td><td></td><td>|</td><td></td></tr>
<tr><td>Angstanfälle . . . .</td><td>|</td><td>|</td><td></td></tr>
<tr><td>Zwangsvorstellung . .</td><td></td><td>|</td><td></td></tr>
<tr><td>———</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Schwindel . . . . .</td><td></td><td></td><td>|!</td></tr>
<tr><td>Mattigkeit . . . . . .</td><td>|</td><td>|</td><td></td></tr>
<tr><td>Appetitlosigkeit . . .</td><td></td><td>|</td><td></td></tr>
<tr><td>Sensibilitäts-Störungen</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Formikation . . . .</td><td></td><td>|</td><td></td></tr>
<tr><td>Neuralgische Schmerzen</td><td></td><td>|!</td><td>|</td></tr>
<tr><td>Myalgien . . . . .</td><td></td><td>|!</td><td></td></tr>
<tr><td>Sensorische Hyperästhesie . . . . .</td><td></td><td></td><td>|!</td></tr>
<tr><td>Hörstörungen . . . .</td><td></td><td></td><td>|</td></tr>
<tr><td>Sehstörungen . . . .</td><td></td><td></td><td>|</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th></th><th>Fall I</th><th>Fall II</th><th>Fall III</th></tr>
<tr><td>Motilitäts-Störungen</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>a) im Gebiet willkürlicher Innervation</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ernährungsstörungen der Muskulatur . .</td><td></td><td>|!</td><td></td></tr>
<tr><td>Muskelschwäche . . .</td><td></td><td>|!</td><td></td></tr>
<tr><td>Schnelle Ermüdung .</td><td></td><td>|</td><td>|</td></tr>
<tr><td>Tremor . . . .</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Choreoide Phänomene .</td><td></td><td>|</td><td></td></tr>
<tr><td>Schriftstörungen . . .</td><td></td><td>|!</td><td>|</td></tr>
<tr><td>b) im Gebiete der unwillkürlichen Innervation</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dyspnoe . . . . . .</td><td>|!</td><td></td><td>|!</td></tr>
<tr><td>Tachycardie . . . . .</td><td>|!</td><td></td><td>|!</td></tr>
<tr><td>Pupillenstörungen . .</td><td></td><td>|</td><td></td></tr>
<tr><td>Schwellung der Thyroidea .</td><td>|</td><td></td><td></td></tr>
</table>

Eines frappiert in allen drei Fällen, das Fehlen oder doch — falls meine Beobachtung nicht eingehend und subtil gewesen sein sollte — die sehr geringe Ausprägung vasomotorischer Störungen; Depression und Angst, ist in allen drei Fällen in geringem Grade dauernd, in höherem Grade anfallsweise — zumal im Zusammenhange mit der Menstruation — dagewesen, aber nicht in Verbindung mit vasomotorischen Störungen, sondern im Falle I und III in Verbindung mit Tachycardie und Dyspnoe, im Falle II in Verbindung mit heftigem Hinterkopfschmerz und erheblicher Mydriasis.

Eine genaue Prüfung der Symptome ergibt nun, dass in allen drei Fällen neben mehr allgemeinen Symptomen eine Gruppe mehr lokaler Symptome besteht, allerdings nicht im Sinne einer schematischen Lokalisierung.

Digitized by Google

Als Bezirke solcher deutlicher lokalisierten Erscheinungen finden sich

in Fall I	Herz- und Atmungs-Innervation	
in Fall II		Sensible Nerven und Muskulatur der gesamten Occipital-, der meisten Hals-, Nacken- und Oberarm-regionen links.
in Fall III	Herz und Atmungs-Innervation	Hörnerv und Labyrinth.

Es bleibt doch nun kaum etwas anderes übrig, als anzunehmen, dass die Art, wie die drei Verunglückten während des Starkstrom-Shocks den Hörer am Kopfe oder nahe dem Kopfe hielten, ausschlaggebend war für die Lokalisation der elektrischen Einwirkung.

Von Fall I und II weiss ich genau, auch durch Aussagen von Augenzeugen — dass sie den Hörer im Moment des Shocks in der linken Hand hielten und sofort darauf fortlegten, um ihn nicht wieder aufzunehmen; in Fall III ergibt die Darstellung des Patienten, dass der erste Shock nicht hinreichte, um ihn zur Einstellung der Tätigkeit zu bestimmen, sondern dass er erst einen zweiten und dritten Shock abwartete, von denen der zweite der stärkere war. Es ist nicht auszuschliessen, dass sich zwischen dem ersten und zweiten Shock doch der Hörer etwa verschoben hat, so dass der eine Shock auf dem Wege durchs Mittelohr das Labyrinth, der andere die Herz- und Atmungszentren in in der Medulla oblongata lädiert hat.

Entsprechend scheint mir die Annahme nötig und begründet, dass im Falle I am stärksten die Atmungs- und Herz-Zentren in der medulla oblongata — also wesentlich der Vaguskern —, im Falle II die Kerne der sensiblen und motorischen Fasern für die Gegend vom Occiput bis zum Niveau der unteren Cervical-Nerven betroffen worden sind.

Es entsteht natürlich die Frage, welcher Prozess in den betroffenen nervösen Organen — abgesehen von der in allen drei Fällen anzunehmenden psychisch vermittelten allgemeinen Shockwirkung — vor sich gegangen ist.

Handelt es sich dabei lediglich um eine hochgradige Erschöpfung der gereizten Nervenfasern, um eine schwer reparable Störung der Funktion der Nervenzellen, um gleichzeitige Läsion der Blutgefässe in den zumeist befallenen Teilen des Nervensystems, um eine durch den Shock bedingte Zerstörung der Nervensubstanz, oder um etwas anderes?

Digitized by Google

Ich gestehe, auf diese Fragen nicht sogleich eine befriedigende Antwort in promptu zu haben. Schon die physikalische Seite der in Rede stehenden Vorgänge ist nicht völlig klar.

Einfach ist natürlich die Art des Stromeintritts in die Leitung. Im Fall I ist eine Stromschleife einer Blitz-Entladung — nicht etwa die direkte volle Blitzentladung — in den Leitungsdraht gefahren, mit dem das am Ohr der Telephonistin liegende Telephon gerade verbunden war.

In Fall II und III ist der Telephondraht auf die 500 Volt Spannung führende Starkstromleitung gefallen, und dieser Kontakt des, wie die Starkstromleitung, gut geerdeten Telephondrahtes hat eine Nebenschliessung zur Strassenbahnleitung gemacht, durch die sich ein unbekannter, aber gewiss recht erheblicher Teil der disponibeln Spannung ergossen hat; und zwar nicht direkt in den Körper des Getroffenen, sondern — wie auch in Fall I — in den bekanntlich mit einem Mikrophon ausgestatteten Hörer.

Es ist nun nicht anzunehmen, dass etwa durch schlechte Isolierung der Leitungsschnur des Hörers oder durch leitende Verbindung des dem Ohr anliegenden Randes des Hörers mit den Spulen der Elektromagnete desselben metallischer Kontakt des Betroffenen mit dem Telephondrahte hergestellt gewesen wäre; auch wäre das immer nur eine unipolare Verbindung gewesen, und die Einschaltung des Betroffenen in den Stromkreis hätte nun die Berührung mit dem anderen Pole, etwa durch Erdleitung zur Voraussetzung. Diese letztere Annahme kommt mir unwahrscheinlich vor, da ja nicht anzunehmen ist, dass alle drei Personen mit feuchten Schuhen auf feuchtem Grunde gestanden haben.

Es ist also am wahrscheinlichsten, dass der Hörer die Rolle eines Kondensators gespielt hat, der wiederholt durch die selbstverständlich nicht nur einmalige, sondern lockere und deshalb variable Berührung zwischen Telephon- und Bahnleitung geladen worden ist, und sich dann in den Kopf der Getroffenen hinein entladen hat. Wir kennen ja zur Genüge die Wirkung von Kondensator-Entladungen.

Dasselbe würde auch für das Hineingeraten leichterer atmosphärischer Entladungen in die Telephonladung gelten; für das Eindringen eines vollen Blitzschlages, der die Isolierungen an den Spulen und der Muschel des Hörers verbrennt, lägen die Dinge freilich etwas komplizierter.

Danach wären also Vorfälle, wie die hier besprochenen, anders zu konstruieren und zu interpretieren, als Fälle, in denen jemand mit beiden Polen einer Starkstromleitung — etwa durch das Anfassen ihrer beiden Leitungen, durch Berührung des einen Pols an irgend einem Apparate, während er mit nassen Stiefeln auf feuchtem Boden

Digitized by Google

steht und so durch die Erde Leitung mit dem anderen Pole erhält — in kürzeren oder längeren Kontakt gekommen ist.

Wünschenswert ist eine genaue experimentelle Prüfung dieser Vorkommnisse. Die nicht absolut durchsichtigen physikalischen Verhältnisse bei Kontakt einer Telephonleitung mit einer Starkstromleitung liessen sich natürlich ohne gleichzeitige Einschaltung eines tierischen Körpers untersuchen; dann wäre das Tierexperiment am Platz; freilich wird man die Tragweite dieser Methode nicht überschätzen dürfen. Es ist doch auch wohl möglich, dass die Verschiedenheit der Wirkung einer und derselben Ursache (im Falle II und im Falle III) nicht zurückzuführen ist auf Differenzen in der Kontaktstelle des Hörers, sondern auf Differenzen in der nervösen Organisation der beiden betroffenen Individuen. Fall I und III zeigen bei durchaus verschiedener Ätiologie die grösste Übereinstimmung, Fall II und III bei durchaus identischer Ätiologie die grösste Verschiedenheit; wenn man daraus nicht schliessen will, dass in der Medizin die Kausalität überhaupt aufhört, bleibt doch nur die Annahme, dass entweder zufällige räumliche Faktoren, oder dass die Eigenart der Organisation die Differenzen in den Wirkungen bedingt haben.

Neurologisch sind die oben kurz skizzierten drei Fälle gewiss vom höchsten Interesse. Das menschliche Bedürfnis der Klassifikation macht sich ihnen gegenüber natürlich auch geltend, und ein Fanatiker des Klassifizierens wird in die Gefahr geraten, Fall I etwa als basedowoide Neurose, Fall III als eine Komplikation einer Menièreschen Krankheit mit einer basedowoiden Neurose und Fall II als eine subakute Poliomyelitis im obersten Halsmark zu klassifizieren; ars est multiplex. Es sind gewiss auch noch viel geistvollere Klassifikationen möglich; aber ich halte das Bestreben, Fälle aus diesem wenig durchforschten Gebiete um jeden Preis in das Rahmenwerk der traditionellen speziellen Nervenpathologie pressen zu wollen, für unangebracht.

Es handelt sich um individuelle Krankheitsbilder, deren Verständnis mit den Hilfsmitteln gefunden werden muss, die uns die allgemeine Pathologie des Nervensystems zur Verfügung stellt.

Darüber wird weiterhin noch zu reden sein.

Es ist natürlich, dass man sich, einem derartigen Material gegenüber gestellt, nach Vorarbeiten in der Literatur umsieht.

Es handelt sich für mich nicht darum, hier alles Erreichbare zu zitieren; die von Neurologen geschriebene Literatur ist aber — ich berufe mich dabei, ohne alle bibliographischen Vorstudien, lediglich auf mein

Digitized by Google

Gedächtnis — ausserordentlich arm an Publikationen auf diesem Gebiete; wir haben einige Mitteilungen von Eulenburg, die Beachtung verdienen, zumal den sehr interessanten Artikel in No. 3, 1901, der Ärztl. Sachverständigen-Zeitung. E. sagt dort u. a.

„Ein 48jähriger Mann, der zwar vorher infolge von Influenza zeitweise „nervös“, aber niemals gehirnkrank war, wird vom herabfallenden Leitungsdraht der Strassenbahn am Kopfe getroffen. Er stürzt — wohl vorübergehend bewusstlos — zu Boden, kann sich aber nach kurzer Zeit wieder erheben, taumelt, klagt über Schmerzen und Summen im Kopfe und ein „taumeliges“ Gefühl im ganzen Körper. Es sind dies Erscheinungen, wie sie auch in leichteren Fällen von elektrischen Verunglückungen sehr gewöhnlich beobachtet werden, um dann in der Regel bald, spätestens nach 24 Stunden, zu verschwinden, während sie im vorliegenden Falle nicht nur persistierten, sondern in stetiger Zunahme bis zur gefahrdrohenden Höhe sehr rasch anwuchsen, um schliesslich in einer weitgehenden Vernichtung fast aller sensitiven, motorischen und sensoriellen Gehirnfunktionen ihren Abschluss zu finden. 2—3 Stunden nach dem Unfalle wird der Kranke im Wagen zum Arzte gebracht, klagt dort über heftige Schmerzen im Kopfe, im rechten Arme und Beine, und über eigentümliche Empfindungen im linken Auge. Er bekommt während der ärztlichen Befragung einen mit Bewusstseinstrübung verbundenen schweren Krampfanfall, der ganz und gar den Charakter der sog. Rindenepilepsie (Jacksonsche Epilepsie) trägt, und von dem es nur durch die Art der Beteiligung der rechtsseitigen Gliedmassen sicher ist, dass er von der sog. motorischen Rindenregion der linken Schädelhemisphäre ausgeht, somit als irritative Nachwirkung der durch den Strom gesetzten örtlichen Läsion der Grosshirnrinde aufzufassen ist usw. Über die Art der im Gehirn hervorgerufenen und zurzeit bestehenden gröberen und feineren strukturellen Veränderungen lassen sich nur mehr oder minder haltbare Vermutungen aufstellen. Es ist anzunehmen, dass namentlich entzündliche Veränderungen an den weichen Häuten an der Gehirnoberfläche und zum Teil auch in der Tiefe der Gehirnwindungen, vielleicht auch vielfache kleinere Blutaustritte im Gehirn, den schweren Funktionsstörungen zur Grundlage dienen.“

Ich übergehe andere Mitteilungen aus neuerer Zeit, die weder nach physikalischer, noch nach klinischer oder pathologisch-anatomischer Seite wichtiges bringen — z. B. die von Aspinall, Hoche u. a. — und will nur noch zwei Autoren zitieren, d'Arsonval und S. Jellinek. Der französische Autor behandelt lediglich den Tod durch Elektrizität (C. R. de

Digitized by Google

la Soc. de Biologie 1887, p. 94) und kommt auf Grund seiner Tierversuche zur Annahme von zwei Mechanismen.

Die Entladung einer starken Elektrisiermaschine führt ganz direkt zu Zerstörungen der betroffenen Gewebe und zur Aufhebung ihrer physiologischen Eigenschaften.

Die in der Industrie üblichen Ströme wirken mehr in reflektorischer Weise hemmend auf das Nervensystem; die Hemmung kann auch vorübergehender Natur sein.

Jellinek hat das grosse Verdienst, in einer Reihe von Artikeln, die den Lesern dieser Zeitschrift aus meinen ausführlichen Referaten bekannt geworden sind, durch zahlreiche Tierexperimente mit Starkstrom mittlerer und hoher Spannung, und durch sorgfältige pathologisch-anatomische Untersuchungen an seinen Versuchstieren und an mehreren durch Industrie-Strom getöteten Menschen wichtige Punkte der uns hier beschäftigenden Fragen systematisch und in grossem Stile behandelt zu haben. Er hat in etwas lockerer Form seine bisherigen Untersuchungen in einem interessanten Buche zusammengefasst*) und ergänzt; es zeigt sich dabei, dass er allerdings als Experimentator und pathologischer Anatom tiefer blickt und eingehender analysiert, denn als Kliniker. Er ist offenbar nicht speziell neurologisch durchgebildet. Dazu kommt, dass er fast nur tödliche oder leichte, schnell heilende Fälle gesehen hat; mittelschwere Fälle, wie ich sie oben kurz skizziert habe, sind ihm anscheinend nicht zu Gesicht gekommen.

Das wichtigste Ergebnis seiner Forschungen ist, dass sowohl bei durch Starkstrom getöteten Menschen und Tieren, wie bei Tieren, die die Stark-Elektrisierung überlebten und dann zur Untersuchung getötet wurden, ausser multiplen, makroskopisch nicht sichtbaren Blutergüssen in die graue Substanz der Hirnrinde und des zentralen Röhrengraus, akute Neuritiden und — das ist jedoch nur bei überlebenden Tieren festgestellt — neben den Blutungen System-Erkrankungen des Rückenmarks sich finden; ausserdem Veränderungen der Ganglienzellen, zumal in den Vorderhörnern, meist in der medulla oblongata, die als Dislocierungen oder Expulsionen des Zellkerns oder als Zellzertrümmerung erscheinen. Jellinek sagt:

„Die schädigende Wirkung der anatomischen Komponente entfaltet sich vorwiegend — nicht ausschliesslich — im Zentralnervensystem. Den histologischen Befunden ist zu entnehmen, dass es zu ausgedehnten

*) Elektropathologie. Die Erkrankungen durch Blitzschlag und elektr. Starkstrom in klinischer und forensischer Darstellung. Stuttgart 1901.

Digitized by Google

Zerstörungen der Hirnrinde, des Rückenmarks und der Medulla oblongata kommen kann. Von der Zerstörung der lebenswichtigen Nervenkerne (Vaguskern, Respirationszentrum) wird es abhängen, welche Ausfallserscheinung sich zunächst einstellt, welche Manifestation die primäre ist."

An einer anderen Stelle gibt er folgendes wichtige Resumé seiner Tierversuche:

„Der Tod durch Elektrizität tritt in drei Formen auf:

a) Entweder blitzartig:

Meerschweinchen und Mäuse gehen meist blitzartig zugrunde. Sofort nach Stromeintritt ist jede Lebensfunktion erloschen: Ursache und Wirkung fallen gewissermassen in ein- und dieselbe Zeitphase.

b) Primäre Herzlähmung:

Bei Pferden und manchmal auch bei Meerschweinchen ist es das Herz, das zuerst seine Funktionen einstellt.

c) Primäre Atmungslähmung:

Es ist dies die häufigste Todesart.

Stillstand der Atmung, das Herz schlägt noch kurze Zeit fort.

Die verschiedenen Formen des elektrischen Todes wollen manche Autoren, wie Prevost und Batelli, als jeweilige Folge eines in der einen oder anderen Weise qualifizierten Stromes gelten lassen. Gleich- und Wechselstrom, die Höhe der Spannung, die Zahl der Perioden usw. soll von Einfluss auf die endgültige Wirkung sein.

•Tiere, die das elektrische Trauma überlebten, erholten sich meist oder sie trugen Störungen davon, an denen sie später zugrunde gingen. Im Anschlusse an das Trauma entwickelten sich oft Lähmungen, Blutungen aus der Nase, Protrusio bulborum; einmal eine Luxation der Linse in die vordere Augenkammer, Entfärbung der Iris, Ejaculatio seminis usw. In den späteren Tagen traten oft Fieber, Mangel an Esslust, eine Pneumonie usw. auf, die zum Exitus führten. Hervorgehoben zu werden verdient, dass sich Lähmungen auch erst 24 und 48 Stunden später, i. e. nach dem Trauma, bemerkbar gemacht haben.

5. In den Narkoseversuchen nahmen die Kaninchen und zum Teil auch die Meerschweinchen eine Sonderstellung ein. Elektrizität und Chloroformnarkose erwiesen sich in manchen Fällen geradezu als Antagonisten.

Bei überlebenden Tieren entwickelten sich manchmal dieselben Sekundärerscheinungen, welche bei nicht narkotisierten zu beobachten waren."

Ich teile in der folgenden Tabelle die von J. beobachteten Fälle, welche mit dem Leben davon kamen, in aller Kürze mit.

Digitized by Google

No. des Falls	Art der Schädigung	Periphere Nervensymptome	Zentral bedingte Nervensymptome	Ausgang
1.	750 V. Drehstrom	Schmerzen in den Achselhöhlen	Lange Zeit hindurch Kopfschmerz	Heilung
2.	350 V. Gleichstrom		Schwere im Kopf; Blässe	Heilung
3.	600 V. Gleichstrom	Empfindlichkeit von Hand u. Arm		Heilung
4.	220 V. (?) Gleichstrom (auf die rechte Hand allein einwirkend)	linksseitige Facialis-Lähmung	Kopfschmerz	Heilung in 14 Tagen
5.	500 V. Gleichstrom		Blässe, Zittern, Kopfschmerz	Heilung
6.	500 V. Gleichstrom	Taubheit der betroffenen Hand	Kopfschmerz Ageusie	Heilung
7.	500 V. Gleichstrom		Angstneurose, Verringerung der Merkfähigkeit, Schlafsucht	Siechtum
8.	110 V. Gleichstrom	Schmerzen im betroffenen Bein		Heilung
9.	500 V. Gleichstrom	Parese des betroffenen Arms	Kopfschmerz, Vergesslichkeit, Steigerung der tiefen Reflexe	Noch ungewiss
10.	500 V. Gleichstrom	Parese des betroffenen Arms	Kopfschmerz	Noch ungewiss
11.	4000 V. Wechselstrom		Kopfschmerz	Heilung
12.	500 V. Gleichstrom	Retinitis	Schwäche	
13.	5500 V. Drehstrom		Erbrechen Amnesie	Amputation des verkohlten linken Arms
14.	Nicht angegeben. Strom einer Schnellbahn also mindestens 500 V.		Delirante Zustände Amnesie	Besserung

Digitized by Google

Einen dieser Fälle aber möchte ich hier nach dem Original vollständig zitieren, weil er von grossem Interesse für die Differenz der unmittelbaren Shockwirkung und die Entwicklung der ihr folgenden bleibenden Störungen ist.

„Anton D., 28 Jahre alt, Motorführer der städtischen Strassenbahnen, erlitt am 2. August 1901 während des Dienstes einen elektrischen Unfall, indem die Kurbel des sog. Kontrollers, die er mit der linken ungeschützten Hand hielt, stromführend wurde. Er erzählt hierüber selbst folgendes:

Sonntag abend 10 Uhr fuhr ich von der Seidelgasse zum Hotel „Roter Hahn". Ich fuhr vorschriftsmässig; Kontroller stand auf XI; beide Motoren waren nebeneinander geschaltet. Plötzlich bekam ich in beiden Händen Strom; ich verspürte einen schrecklichen Schmerz im ganzen Körper, aus den Augen sind mir förmlich Flammen herausgetreten. Ich glaubte, die Hände seien mir abgebrochen. Dabei wurde ich auf den Kontroller mit grosser Gewalt hinaufgedreht (mit einwärts gedrehten Armen und Händen) und fuhr so ca. 20 Schritte weiter; besondere Hilferufe glaube ich nicht ausgestossen zu haben; ich dachte, es muss mit mir bald zu Ende sein. Wie Bekannte dagegen angeben, soll ich vor Schmerz gebrüllt haben, dass der Kondukteur aufmerksam wurde und den Bügel (Stromabnehmer) herunterzog. Trotz meiner furchtbaren Situation glaube ich Versuche gemacht zu haben, mit dem Knie den Automaten auszuschalten. Kaum war der Bügel abgezogen, stand ich in den Armen eines Fahrgastes, der mich wahrscheinlich vom Kontroller losgerissen hatte. Meine erste Frage soll gewesen sein: „Was war das?" und gleich griff ich wieder ganz ahnungslos und verwirrt nach dem Kontroller, schrie jedoch sofort auf, da ich einen neuen Schlag bekommen hatte. Der Kondukteur befreite mich sofort. Da keine Isolierhandschuhe vorhanden waren und wir weiter fahren wollten, berührte ich zum dritten Male mit ungeschützten Händen den Kontroller und bekam einen neuerlichen Schlag. Jetzt wurde definitiv ausgeschaltet und der Wagen geschoben; ich stand vorn an der Brüstung und konnte noch mit dem rechten Fusse läuten. Ich fuhr bis in die Remise. Von dort ging ich (mit dem Funktionär H.) in die Kanzlei zur Protokollaufnahme. Ich wollte selbst schreiben, doch konnte ich die Feder nicht führen, weil ich zu sehr zitterte. Ich ging nachher zu Fuss nach Hause. Anfangs ging es gut, in der Schlachthausgasse begann ich plötzlich zu wanken, alles hub an, sich um mich zu drehen, es überfiel mich ein Angstgefühl, ich begann zu weinen. Drei Kondukteure, die des Weges kamen, erfassten mich bei den Armen und setzten mich in einen Tramwaywagen, auch

Digitized by Google

zur Haustüre wurde ich von ihnen geleitet. Aufgesperrt habe ich selbst, ich ging allein in meine Wohnung hinauf. Als ich da ankam — $1^1/_2$ Stunden nach dem Unfalle —, begann ich wieder zu weinen. Ich hatte starke Kopfschmerzen, im ganzen Körper verspürte ich grosse Mattigkeit, und beide Hände brannten mir sehr. Als ich mir die Hände ansah, bemerkte ich in der linken Hohlhand und an dem Rande derselben „Blattern", die hellergross und recht hart waren, ebenso auch in der rechten Hohlhand.

Meine Arme waren sehr stark gerötet. Da ich mich sehr unwohl fühlte, schickte ich zum Arzte. Sehr bald kam Hr. Dr. Sch. (k. k. Polizeiarzt), der mir zwei Medikamente (Bromnatrium, Tinctura digitalis) und Umschläge für die Hände verschrieb. Auf das Medizinieren habe ich gut geschlafen. Um 6 Uhr früh stand ich auf, ging zu Fuss zum Protokoll in die Remise Erdberg. Schwäche und Zittern verspürte ich in den Knieen. Die Blattern an den Händen und Fingern waren ganz weiss geworden. Nachher ging ich nach Hause, ass sehr wenig und legte mich wieder hin und bin auch sofort eingeschlafen. Sehr schlafsüchtig bin ich seit dem Unfalle geworden; wenn ich auch die ganze Nacht durch geschlafen habe und mich dann bei Tage setze, schlafe ich sofort ein. Montag, d. h. am 3. August, wurde ich zum Polizeikommissariat geholt, wo ein kurzes Protokoll aufgenommen wurde. Seit damals mache ich bis heute (13. August) keinen Dienst, bin immer müde und matt und sehr verschlafen; ich möchte nur immer schlafen. Seit den letzten Tagen habe ich Nasenbluten, an dem ich früher niemals gelitten habe. Das Nasenbluten tritt morgens auf; es kommt nicht viel Blut heraus; etwa 10—15 Tropfen. Auf Spülung mit kaltem Wasser steht die Blutung.

Lesen kann ich jetzt auch nicht lange, weil mir die Augen gleich übergehen. Mein Gedächtnis hat nicht gelitten; doch so oft es am Abend jetzt finster wird, beginne ich mich zu fürchten; wovor, weiss ich nicht. Ich getraue mich nicht, auszugehen. Der Appetit ist sehr herunter, Stuhl und Urin in Ordnung."

Es sind für das Verständnis der von mir mitgeteilten Fälle nun noch einige experimentelle Tatsachen wichtig, die wir Jellinek verdanken. Sie beziehen sich auf das Auftreten von Muskelatrophien und Herz- und Atmungsstörungen unter kurzen, unter einer Sekunde Dauer liegenden Starskstrom-Einwirkungen.*)

*) Jellinek macht keine Mitteilungen über Unfälle am Telephon. Er sagt darüber nur (S. 15f.): „Man kann auch zu Hause eventuell beim Telephon darüber in recht unangenehmer Weise belehrt worden, dass Schwachstromanlagen zuweilen durch Starkströme beeinflusst werden können. In Wien wurden zwei ernstere Unfälle am Tele-

Digitized by Google

1. Kaninchen No. XXIV (l. c. S. 68—69; S. 166—168).

Kopf und Rücken entsprechend der Lumbalanschwellung rasiert und mit Stanniolblättern belegt; 1000 V. Wechselstrom, Einwirkungsdauer Bruchteil einer Sekunde. Das nicht gefesselte Tier fällt in Streckkrampf bewusstlos nieder, erholt sich aber in 1—2 Minuten und schien keinen Schaden davongetragen zu haben. Auch am nächsten Tage nichts Auffallendes. Erst 48 Stunden nach dem Trauma war eine leichte Parese der rechten hinteren Extremität aufgetreten. Sie wurde in leichter Abduktionsstellung und etwas schwerfällig bewegt. — Nach 6 Tagen: Rechtes Hinterbein leicht gestreckt, abduziert und im besonderen die Pfote auswärts gerollt. — Nach 10 Tagen: Das Tier frisst und nimmt sogar an Gewicht zu, die rechte hintere Extremität erscheint in ihrem Volumen etwas schwächer. — Nach 12 Tagen: Parese der hinteren rechten Extremität auffallend deutlich. — Nach 23 Tagen: Die Volumsabnahme der rechten hinteren Extremität ist schon bei einfacher Palpation zu konstatieren. — Nach 33 Tagen: Am rechten Oberschenkel ergibt sich eine Volums-Abnahme um etwa 1 cm gegen links.*)

2. Kaninchen No. XXIII, von demselben Wurf wie XXIV, Wechselstrom von 1000 V.

Das Tier schreit bei Stromschluss auf und gerät in Opisthotonus; nach der Erholung lässt das linke Hinterbein eine leichte Parese erkennen. Eine Stunde später machte diese schon den Eindruck einer Monoplegie. — Nach 3 Tagen: Die Lähmung hat nun beide hintere Extremitäten und auch den ganzen Hinterkörper befallen; das Tier bewegt sich nur äusserst mühsam vorwärts, da der ganze Hinterkörper als Ballast nachgeschleppt wird. Incontinentia alvi et urinae. — Nach 6 Tagen: Die Fortbewegung ist etwas leichter. Sensibilität gestört; keine Entartungsreaktion. — Nach 11 Tagen: Besserung in der rechten hinteren Extremität; fortschreitende Erholung. — Nach 14 Tagen: Die Parese der hinteren Extremitäten geht wieder in eine Paralyse über; das Tier ist zwar munter, kann sich aber nur schwer und unter Kreisbewegungen um die linke

---

graphen und am Telephon beobachtet. In einer Sicherheitswachstube erlitt ein Wachmann einen heftigen Schlag, als er den Taster des Telegraphenapparates berührte.

Der Schlosshauptmann N. im kaiserlichen Lustschlosse Schönbrunn bekam beim Telephonieren einen derart heftigen Schlag, dass er ohnmächtig zusammenstürzte.

*) Die histologische Untersuchung dieses 36 Tage nach der Elektrisierung getöteten Tieres ergab eine frische Degeneration des linken (? Ref.). N. ischiadicus nach Marchi, sonst keine histologische Veränderung an Gehirn, Rückenmark oder anderen peripheren Nerven. Die mikroskopische Untersuchung eines Muskelstücks der paretisch gewesenen Extremität zeigte starke Atrophie der Muskelbündel und teilweise Wucherung des interstitiellen Gewebes (l. c. S. 145).

Digitized by Google

hintere Extremität fortbewegen. — Nach 15 Tagen: Die Lähmung ist links ausgesprochener. — Nach 21 Tagen: 7 Uhr früh wird das Tier tot aufgefunden; der Tod scheint einige Stunden vorher eingetreten zu sein.

Klinische Diagnose: Paraparese bis Paraplegie beider hinteren Extremitäten, die links immer stärker ausgebildet war; Blasen- und Mastdarmlähmung; Wegfall der Sensibilität, fehlende Sehnen- und Patellar-Reflexe; trophische Störungen der Haut am Hinterkörper.

Pathologisch-anatomische Diagnose: Frische Degeneration der Seitenstränge im oberen Halsmuskel; zerstreute frische Degeneration im Brustmarke, tabesähnliche Degeneration des unteren Lendenmarkes, frische Degeneration beider Nervi ischiadici; Veränderung der Spinalganglien." *)

Von den sonstigen wichtigen Innervations-Störungen sagt J. (bezüglich der Unfälle durch Starkstrom): „Am häufigsten und bedrohlichsten sind die Störungen der Herz- und Lungentätigkeit." (S. 155.) — Auf Grund seiner Tierversuche (S. 182):

„Prevost und Batelli legen das Hauptgewicht auf die fibrillären Zuckungen der Herzventrikel. Dort, wo sich diese zeigen, nimmt der Unfall einen tödlichen Verlauf. (Sie sprechen von Trémulation fibrillaires des ventricules.)

Bei meinen vielen Tierexperimenten konnte ich mich überzeugen, dass die Art und Weise, unter welcher ein Geschöpf infolge eines elektrischen Insultes stirbt, eine dreifache ist.

1. Es bleibt die Atmung stehen, das Herz schlägt noch eine Zeitlang, oft ganz regelmässig, weiter, um schliesslich zu erlahmen.

2. Die Atmung geht anfangs weiter, während der Herzschlag ganz unfühlbar oder sehr unregelmässig (sog. „Herztreppen") geworden ist; schliesslich sistiert die Atmung plötzlich im Cheyne-Stokeschen oder ähnlichen Typus, indem zunächst die Bauch-, dann Brust- und endlich die Auxiliarmuskulatur erlahmt. Das Tier atmet „luftleer".

3. Das Tier stirbt momentan, blitzartig.

Auf Grund meiner Beobachtungen und Studien bin ich zur Annahme gedrängt, die erwähnten gefahrdrohenden Erscheinungen wie „Herzlähmung", „Respirationsstillstand" usw. nur für Manifestationen des eintretenden Todes, nicht aber für die eigentliche Todesursache anzuschauen."

---

*) Ich habe bei meiner neulichen Anwesenheit in Wien leider Jellineks Präparate nicht sehen können, doch hat mir ein so kompetenter Fachmann, wie Herr Professor Obersteiner, gesagt, dass er sie gesehen hat und dass J.s Beschreibung, besonders auch die der sehr eigenartigen Nervenzellen-Veränderungen, nach seiner Durchsicht der Präparate durchaus zutrifft.

Digitized by Google

S. 71—72: „Die Tötung erfolgte entweder blitzartig oder in den meisten Fällen unter den Erscheinungen einer Atmungslähmung. Diese Form von Erstickungstod tritt entweder derart auf, dass eine dem elektrischen Trauma folgende Dyspnoe sich immer mehr verschlimmert, indem zuerst die Diaphragma-, dann die Thorax- und schliesslich auch die Nasenflügelatmung erlischt, oder aber es tritt nach dem Trauma zunächst ein Stadium der Apnoe auf. Manchmal ist der apnoische Zustand von flachen, immer tiefer werdenden Inspirationen gefolgt, sehr oft aber stellen sich ominöse, schnappende Atemzüge ein. Man könnte sie als „leere Atembewegungen" bezeichnen, weil das Tier Nasenflügel und Thoraxmuskulatur bewegt ohne Luft zu inspirieren.

Primäre Herzlähmung wurde nie beobachtet, wenngleich es auch Störungen von seiten des Herzens gab. Trotz fortgehender und beschleunigter, resp. verlangsamter Atmung macht sich Arythmie bemerkbar, oder es stellt sich ein fliegender, jagender Puls ein.

Manche Tiere schrieen im Momente des Stromeintrittes auf; andere wieder erst dann, wenn sie aus der Bewusslosigkeit erwachten."

Schliesslich muss ich noch eine Beobachtung Jellineks besonders hervorheben, weil sie meine Beobachtung vortrefflich illustriert, dass zwei von demselben Strome lädierte, an beiden Enden desselben Drahtes angelegte Personen so sehr verschiedene Krankheitsbilder geben.

J. hat nämlich drei Kaninchen desselben Wurfs zusammen in denselben Wechselstromkreis von 1000 V. Spannung gebracht; zwei davon, die Nummern XXIII und XXIV, haben oben soeben eine ausführliche Schilderung erfahren; bei beiden war die Reaktion völlig verschieden und beim dritten Tier dieser Gruppe war die Reaktion wieder völlig anders, als bei den beiden ersteren. J. sagt darüber (S. 71):

„Recht merkwürdig war das Resultat an drei Kaninchen vom selben Wurfe, die der Wirkung eines Wechselstromes von 1000 Volt Spannung unterworfen wurden.

Eines der Tiere wurde sofort getötet, das zweite wurde bewusstlos, verfiel in Krämpfe, erholte sich jedoch bald vollkommen, und das dritte trug eine Lähmung der linken hinteren Extremität davon, zu der sich in den darauffolgenden Tagen noch eine Lähmung der rechten hinteren Extremität hinzugesellte. Das Tier ging schliesslich zugrunde.

In allen drei Fällen waren dieselben äusseren Bedingungen der Stromeseinwirkung vorhanden, die Tiere stammten vom selben Wurfe, die Widerstandsverhältnisse an den Applikationsstellen glichen sich vollkommen, und trotzdem waren die Resultate so verschiedene. Mit dem-

Digitized by Google

selben technischen Effekte der angewandten Energie wurde ein sehr verschiedener animalischer Effekt erzielt.

Die verschiedene Wirkungsweise müssen wir auf die besondere Stromverteilung in jedem Organismus, mithin auf individuelle Besonderheiten zurückführen: je grösser ein Stromanteil, von dem lebenswichtige Organe resp. Zentra getroffen werden, umso grösser auch die Gefährdung ihrer Funktionen.“

Wir verdanken es nur den ausgedehnten und sorgfältigen Untersuchungen Jellineks, wenn es möglich ist, Fälle, wie die von mir beobachteten, sicherer als auf dem Wege der Analyse der klinischen Tatsachen auf zerstörende Einwirkung des elektrischen Shocks auf das Nervengewebe zurückzuführen. Seine Präparate zeigen, dass da, wo der Strom die nervösen Zentralorgane durchsetzt — und das geschieht auf Grund noch unbekannter Gesetze meist an mehreren Stellen —, das Nervengewebe in tiefen Rissen zerstört wird, zahlreiche Blutgefässe, zumal in der grauen Substanz der Rinde und der spinalen Vorderhörner, ganz besonders häufig aber der medulla oblongata, zerrissen werden, zahlreiche Nervenzellen entweder zerrissen werden oder eine beträchtliche Dislokation ihres Kerns erfahren.

Ich erlaube mir zur deutlichen Feststellung der Tatsachen das Resumé zu zitieren, in welchem der Wiener Autor seine anatomischen Befunde zusammenfasst (S. 148 f.):

„Wenn wir die ganze Reihe der beobachteten Alterationen in den menschlichen und tierischen Geweben ins Auge fassen, so müssen wir zu dem Schlusse kommen, dass die Elektrizität nicht nur oberflächlich an den Übergangsstellen, sondern auch in der Tiefe, an den Innenorganen, anatomische Veränderungen hervorzubringen imstande ist.

Die Veränderungen, denen die Innenorgane unterworfen sind, wurden bisher nur an Präparaten des zentralen und peripheren Nervensystems mit Erfolg studiert.

Ihrer Manifestation nach müssen wir sie einteilen:

1. in solche, die wir an überlebenden Individuen gleich nach dem Trauma, eventuell in obductione sehen: es sind die frischen Veränderungen;

2. in solche, die zufolge unserer bisherigen Untersuchungstechnik erst später erkennbar werden, wenn sich nämlich Atrophie, Degeneration und andere Erscheinungen entwickelt haben: es sind dies die Veränderungen älteren Datums.

Digitized by Google

Zu den bisher beobachteten mikroskopischen Veränderungen gehören:

1. Blutungen,
2. Gefässrupturen,
3. Zellalterationen,
4. Degenerationen,

Wurden bislang die durch elektrischen Kontakt verursachten Lähmungen und andere ähnliche Krankheitserscheinungen als „nervöse" und „funktionelle" Störungen aufgefasst, so scheinen unsere histologischen Befunde den Beweis dafür zu erbringen, dass wir es bei den elektrischen Verunglückungen mit Erkrankungen mitunter auf organischer, materieller Grundlage zu tun haben."

Meiner Meinung nach — ich verzichte an dieser Stelle auf eine ausführliche Begründung derselben. die sich ohne raumfüllende Erörterungen nicht geben lässt — erklären sich die Tatsachen in meinen Fällen folgendermassen:

Dringt in eine Telephonleitung ein elektrischer Stoss — Blitz, Schliessungs-Induktionsstrom aus einer Starkstrom-Leitung — so fungiert der menschliche Körper als Dielektrikum eines Kondensators, dessen eine Belegung die Spulen-Drähte des Telephons, dessen andere Belegung die den Körper umgebende Hülle von Wasserdampf bildet. Liegt das Telephon dem Ohre an, so muss die Einwirkung auf das Dielektrikum der Situation entsprechend mehr oder weniger scharf abgegrenzt den Pons und die Medulla oblongata nebst dem oberen Cervicalmark durchsetzen; die Nervensubstanz erfährt dadurch einen heftigen Reiz, der eine Hemmung des ganzen von der dielektrischen Verschiebung betroffenen Nervengebietes bedingt, denn von einer gewissen Intensität ab wirkt der elektrische Shock hemmend, nicht reizend auf die Nervensubstanz (Bewusstlosigkeit, Erblassen, Konvulsionen).

Ausserdem kann es und kommt es häufig dazu, dass das Dielektrikum durchschlagen wird, es kommt zu feinen Rissen und Durchbohrungen, meist zu mehreren in zerstreuter Anordnung. Die Gesetze dieser Durchschlagwirkungen im Nervengewebe sind noch durchaus unbekannt.

Anscheinend liefert die graue Substanz die günstigsten Bedingungen für eine solche mutiple feinspaltige Durchbohrung.

Die weitere Entwicklung des Krankheitsbildes ergibt sich nun teils aus den noch wenig bekannten Folgen der erlebten intensiven Hemmung, teils aus den viel besser bekannten Folgen von Hämorrhagien und Kontinuitäts-Trennungen im Nervengewebe; dabei kommen: 1. Erweichungsvorgänge, 2. Narbenbildung, 3. sekundäre Degenerationen in Frage.

Digitized by Google

Es ist deshalb in jedem Falle der Läsion durch einen in die Telephonleitung geratenden Starkstrom eine vorsichtige Prognose dringend indiziert.

Die Therapie ergibt sich aus der Doppelnatur der Läsion, hat aber auch Rücksicht zu nehmen auf einen dritten ätiologischen Faktor, die sehr bald mit hineinspielenden Auto- und Fremd-Suggestionen.

(Schluss folgt.)

Nachtrag zum Artikel:

Ein weiterer Beitrag zur Radiologie der Kopftraumen.

Von Professor Dr. **Moritz Benedikt.**

Ich muss schliesslich eine wichtige Bemerkung machen. K. und ich haben uns bemüht, möglichst korrekt kathetometrisch einzustellen. Die Durchsicht aller Platten belehrte mich aber, dass die Kranken bei der Aufnahme beim Anlehnen an die Platte eine leichte Drehung ihres Kopfes um die vertikale und sagittale Achse vornehmen, welche die Pyramide der zweiten Seite über das natürliche Mass der Asymmetrie hinaus blosslegte, so dass diese hinter und über dem Bilde jener der anliegenden Seite — natürlich verkürzt — erscheint. Die hintere Fortsetzung der zweiten Pyramide hinter ihrer höchsten Erhebung fällt dabei durch die Verkürzung meist aus.

Dadurch wurde ich in der Deutung der Basis manchmal verwirrt und ich habe z. B. den Türkensattel und den Clivus zu weit nach hinten verlegt. Auch die Deutung der Höhlenbilder gerät dabei leicht in Verwirrung. Aber grade dieser Fehler der Methode ist sehr lehrreich, weil sogar unter der höchsten Erhebung der anderseitigen Pyramide die Labyrinthöhlen im Bilde erscheinen und damit besonders drastisch bewiesen wird, wie irrig die Ansicht war, dass das Kopfbild ein exklusives Knochenbild sei.

Druckfehler-Berichtigung.

Im obigen Artikel in Heft 7 sind leider eine Anzahl Druckfehler stehen geblieben. Sinnstörend wirken die folgenden:

Seite 214, 11. Zeile von unten, lies statt Concha: Cochlea.
Ebenda, 8. Zeile von unten, lies statt Strahlen: Höhlen und statt Gewebs: Gehörs.
Seite 215, 15. Zeile von oben, lies statt mehr: nicht.
Seite 221, 16. Zeile von oben, lies statt Scheitelwelle: Scheitelhöhle.
Ebenda, 13. Zeile von unten, lies statt Kolbenhöhle: Siebbeinhöhle.
Seite 222, 23. Zeile von oben, lies statt Petit wohl: Petit mal.
Ebenda, 3. Zeile von unten (Note), lies statt Erweiterung: Erörterung.
Seite 223, 6. Zeile von oben, lies statt rein: reich.
Seite 224, 3. Zeile von oben, lies statt Clions: Clivus.
Seite 225, 1. Zeile von oben, lies statt lohne: lahme.
Seite 225, 7. Zeile von oben, lies statt Gleichseitigkeit: Gleichzeitigkeit.

Digitized by Google

B. Technische Mitteilungen.

Instrumentarium für das Leduc'sche Verfahren zur Hemmung der Hirntätigkeit durch schnell unterbrochenen Gleichstrom.

Die von der Firma Reiniger, Gebbert & Schall für das in dieser Zeitschrift mehrfach beschriebene[1]) Verfahren zur Herbeiführung einer elektrischen Narkose hergestellten Apparate bestehen aus einem Flüssigkeits-Rheostaten Fig. 1 und einem Strom-Unterbrecher Fig. 2.



Fig. 1.

Der Flüssigkeits-Rheostat besteht aus einer zylindrischen Glasröhre, welche unten durch einen Zinkboden abgeschlossen ist und oben einen Metalldeckel trägt, durch den zwei mittels Hartgummiröhren isolierte Metallstäbe in das Innere des Glaszylinders hindurchtreten.

Am unteren Ende der Stäbe sitzen zwei amalgamierte Zinkscheiben, welche durch zwei Triebe, durch die die Stangen bewegt werden, einander genähert oder voneinander entfernt werden können, je nach der gewünschten Spannung.

Der Widerstand wird an eine Stromquelle von 35—50 Volt direkt und bei Vorhandensein einer höheren Spannung unter Zwischenschaltung eines Spannungs-Reglers angeschlossen.

Der Flüssigkeitswiderstand ist als Nebenschlusswiderstand gebaut, sodass nicht die Stromstärke, sondern die Spannung des Arbeitsstromkreises, in dem der Unterbrecher und die Elektroden liegen, durch ihn varriiert wird, wobei die Regulierung, wie es die Behandlungsmethode vorschreibt, ohne Stufen erfolgt.

Wenn die beiden Zinkplatten vollkommen zusammen liegen, ist die Arbeitsspannung 0, je weiter die Platten auseinander geschraubt werden, desto höher wird diese Spannung, um in der Grenzstellung der Platten gleich der Spannung, unter der der Flüssigkeitswiderstand steht, zu werden.

Mit der Spannung zwischen den Elektroden wächst dann nach dem Ohmschen Gesetz gleichzeitig die Stromstärke.

Als Widerstandsflüssigkeit wird eine schwache Zinkvitriol-Lösung verwendet.

Der Unterbrecher ist nach dem Prinzip der Saitenunterbrecher von Puppin und Arons konstruiert und besteht aus einem Stahlband, welches

---

[1]) Zeitschrift für Elektrotherapie, 1902, pag. 316 und 371.
— — 1903, pag. 23, 374 und 403.

Digitized by Google

zwischen zwei Auflageböcken durch eine Flügelmutter mehr oder weniger angespannt werden kann, je nach der gewünschten Unterbrechungszahl. (Siehe Fig. 2).

Die für das Leduc'sche Verfahren der elektrischen Narkose erforderliche Unterbrechungszahl von 150—200 pro Sekunde lässt sich mit dem Stahlband-Unterbrecher ohne weiteres erreichen.



Fig. 2.

Da der Unterbrechungspunkt sich nicht in der Mitte des Stahlbandes, sondern fast am Ende desselben befindet, kann das Band frei ausschwingen, wodurch ein sehr ruhiges Arbeiten des Unterbrechers und damit ein gleichmässiger intermittierender Strom erreicht wird.

Symmetrisch zum Unterbrechungspunkt (links im Bild), am anderen Ende des Bandes, ist der Elektromagnet, welcher das Stahlband in Schwingung erhält, placiert.

Das Stahlband schwingt durch diese Anordnung durch zwei Knotenpunkte und drei Schwingungsbäuchen, von denen der mittlere die grösste Amplitude aufweist. Der Elektromagnet ist nach dem Prinzip des Wagnerschen Hammers über die Unterbrechungsstelle geschlossen, im übrigen ist der Arbeitsstromkreis vom Stromkreis des Elektromagneten getrennt, d. h. es sind für jeden dieser beiden Stromkreise zwei Anschlussklemmen am Unterbrecher vorhanden.

C. Literatur-Bericht.

Ausführliche Referate.

Bumke-Freiburg i. B. Untersuchungen über den galvanischen Lichtreflex.

Schwache galvanische Ströme lösen bekanntlich am Auge eine Lichtempfindung aus, eine Reaktion, die normalerweise zuerst bei Anodenschluss und zwar schon bei Stromstärken zwischen 1,50 und 1,5 m. A. auftritt.

Etwas starke Ströme haben nun ausserdem auch einen pupillomotorischen Effekt zur Folge, eine Wirkung, die natürlich quantitativ geringfügig und nicht intensiver ist als die durch entsprechend kleine, normale optische Reize ausgelöste Pupillenverengerung, und die deshalb nur mit geeigneten Vergrösserungsapparaten (Westien'scher Lupe) sichtbar gemacht werden kann. Die an 29 Gesunden und 87 Kranken angestellten Untersuchungen, über die B. berichtet, wurden in folgender Weise vorgenommen: Eine grosse Elektrode wurde auf dem Sternum befestigt oder der Versuchsperson in die Hand gegeben, die kleinere Reizelektrode dagegen dicht neben dem Auge auf die

Digitized by Google

Schläfe gesetzt oder, wenn nur die konsensuelle Reaktion geprüft werden sollte, direkt über dem geschlossenen, durch eine Watteschicht vor jedem Drucke geschützten Auge befestigt. Infolgedessen waren die absolut kleinsten wirksamen Reize bei der konsensuellen, nicht bei der direkten Reaktion festzustellen. Die notwendigen Stromstärken wurden an einem Edelmann'schen Präzisionsgalvanometer abgelesen.

Normalerweise waren nun, wenn der Strom von der Schläfe her durch das Auge geleitet wurde, Stromstärken von durchschnittlich 2,4 m. A. (0,7 bis 5,0), bei direkter Befestigung der Elektrode über dem Auge solche von 0,3 (0,04 bis 3,8) erforderlich, um durch jeden Anodenschluss eine deutliche aktive Verengerung der gleichseitigen und der kontralateralen Pupille um 1—2 mm auszulösen. — Nächst dem Anodenschluss ist zuerst wirksam die Kathodenöffnung, während Anodenöffnung und Kathodenschluss meist erst bei sehr viel stärkeren Strömen die Pupille sichtbar beeinflussen. — Eine anscheinend sehr schnell eintretende Ermüdung des Reflexes macht übrigens auch bei der gewöhnlichen Reizung durch Anodenschluss oft schon nach der vierten oder fünften Schliessung des Stromes eine Erhöhung der Stromstärke erforderlich. Länger dauernde Kathodenschliessung schien zuweilen eine Erholung, Anodenschluss eine nachhaltigere Erschöpfung zu bewirken.

B. hat nun versucht, den galvanischen Lichtreflex für die Entscheidung der Frage zu verwerten, ob und welche Unterschiede zwischen der direkten und der konsensuellen Lichtreaktion bestehen; das Resultat ist kein eindeutiges: es gibt Individuen, bei denen der Reflex an dem direkt gereizten Auge früher eintritt, als an dem anderen, bei einer etwas grösseren Anzahl dagegen ist ein solcher Unterschied, auch mit dieser Methode, nicht festzustellen.

Dann wurde die galvanische Licht- und Reflexempfindlichkeit bei Untersuchungen benutzt, die das Verhalten der Pupille in Erschöpfungszuständen betrafen. Es wurden insgesamt 104 Einzelbeobachtungen an 13 Gesunden (Pflegern und Pflegerinnen der Klinik) vorgenommen und zwar abwechselnd nach je einer normal durchschlafenen oder einer durchwachten Nacht. Die Ergebnisse waren folgende: Die Pupillen aller Untersuchten waren am Morgen nach einer durchwachten Nacht regelmässig weiter (um ca. 1,0—1,5 mm) als zu der gleichen Zeit an anderen Tagen. Die Reaktion auf Licht und ebenso die bei der Konvergenz war bei der Prüfung mit den gewöhnlichen Untersuchungsmethoden gegen die Norm nicht verändert, dagegen die Empfindlichkeit der Iris gegenüber sensiblen Reizen meist entschieden gesteigert, die „Pupillenunruhe" vermehrt. — Bei der galvanischen Untersuchung nun zeigte sich zunächst, dass die galvanische Lichtempfindlichkeit in diesen Erschöpfungszuständen etwas erhöht ist; die Reflexempfindlichkeit dagegen wird durch die gleiche Schädlichkeit vermindert. Während normalerweise, um einen direkten oder konsensuellen galvanischen Lichtreflex auszulösen, nur $1^1/_2$ bis 4 mal so starke Ströme erforderlich sind, als wie um einen Lichtblitz hervorzurufen, verhalten sich in der Ermüdung Licht- und Reflexempfindlichkeit unter Umständen wie 1 zu 40.

(Die ausführliche Veröffentlichung erfolgt demnächst in der Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane.) (Eigenbericht.)

Digitized by Google

Claudio Fermi (Sassari). Über eine eigentümliche schädliche Wirkung der Sonnenstrahlen während gewisser Monate des Jahres und ihre Beziehungen zur Coryza, Influenza usw. (Archiv für Hygiene 1903, Bd. 48, pag. 322 ff.)

Der Verfasser hat ausgedehnte Studien über die Einwirkung gemacht, welche die Sonnenbestrahlung des Kopfes und Gesichtes ausübt. Die Versuche, welche der Verfasser an einer sehr grossen Anzahl von Patienten anstellte und sehr ausführlich beschreibt, sind offenbar in Sassari angestellt. Es ist daher nicht möglich, für unser Klima dieselben nachzuprüfen oder Schlüsse daraus zu ziehen. Trotzdem verdienen sie Beachtung, weil F.'s Untersuchungen, sollen sie sich als richtig erweisen, doch auch für andere Klimata wichtige Untersuchungen anregen müssten.

Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt. Individuen, auf welche man die direkten Sonnenstrahlen wirken liess, blieben exponiert:

a) in verschiedenen Monaten,
b) in verschiedenen Stunden des Tages,
c) während eines Zeitraumes von 20—120 Minuten,
d) indem man die Seite des Kopfes, oder das Gesicht, oder das Genick exponierte.

F. glaubt nun beobachtet zu haben, dass diese Exposition in einer grossen Zahl der Fälle ganz bestimmte Krankheitserscheinungen von verschiedener Dauer und verschiedener Kombination erzeugt habe, und zwar:

Kephalaea	bei 80 %	Pharingitis	bei 45 %
Trockenheit der Nasenschleimhäute	„ 56 „	Fieber	„ 30 „
Coryza	„ 54 „	Influenzformen	„ 29 „
Nasenverstopfung	„ 54 „	Stuhlverstopfung	„ 25 „

der untersuchten Individuen usw.

Die Erkrankungen betrugen

Januar	95 %	Juli	0 %
Februar	100 „	August	0 „
März	100 „	September	30 „
April	92 „	Oktober	36 „
Mai	61 „	November	40 „
Juni	33 „	Dezember	50 „

Es zeigten also Februar und März ein ganz auffallendes Maximum.

Die Pathogenese der beobachteten Erscheinungen wird erörtert, ohne dass ein eindeutiges Resultat erzielt wird.

Leider hat der Verfasser die kritische Untersuchung bei weitem nicht in dem Umfange und mit der Gründlichkeit durchgeführt, wie er es in einem Inhaltsverzeichnisse am Eingange seiner Arbeit verspricht, und so bleibt auch vor allem die sehr interessante Frage ungelöst, ob derartige Wirkungen, wenn sie tatsächlich bestehen, einer besonderen spektralen Zusammensetzung oder einer besonderen Intensität der Sonnenstrahlen oder aber anderen klimatischen Faktoren ihre Entstehung verdanken.

Digitized by Google

Insbesondere ist keinerlei Analyse oder brauchbare Messung der Strahlung vorhanden. Die angegebenen Temperaturen in der Sonne und im Schatten scheinen mit einem gewöhnlichen Luftthermometer aufgenommen zu sein. Diese Angaben sind zur Beurteilung der Strahlung völlig unbrauchbar.

Können wir daher in der besprochenen Arbeit auch keine Bereicherung unseres reellen Wissens begrüssen, so dient sie vielleicht doch zur Anregung zu weiteren gründlicheren Untersuchungen auf diesem Gebiete.

Frankenhäuser (Berlin).

Wirkungen des Radiums auf lebende Tiere und auf das Bindegewebe ihrer Haut. (Aus der Pariser Zeitschrift „Le Radium", No. 5, 1904.)

Seit einigen Jahren verfolgt Herr Danysz im Institut Pasteur die Wirkungen, welche Strahlungen und Ausströmungen der Radiumsalze auf verschiedene tierische Hautgewebe und Organismen hervorbringen. Er äussert sich darüber folgendermassen:

Wenn man ein in Glas oder Kautschukröhrchen eingekapseltes Radiumsalz auf menschliche Haut legt, so verursacht es an der belegten Stelle eine um so tiefere Wunde, je nachdem die Belegung längere Zeit gedauert hat und die verwendete Substanz grössere Aktivität besass. Diese Tatsache ist auch schon früher durch die Herren Giesel, Curie, Becquerel und andere Forscher bestätigt worden.

Die Reaktion auf der Haut geschieht übrigens nicht sofort; im Augenblick des Auflegens bemerkt man nichts, sondern erst 8, 15 und selbst 20 Tage später erscheinen Blutanhäufungen an der fraglichen Stelle. Und grade diese verzögerte Entwicklung des schädigenden Einflusses ist die eigenartige und wichtigste Erscheinung bei den mysteriösen Wirkungen der Becquerelstrahlen auf lebende Hautgewebe.

Ein Präparat von Chlorbarium und Radium, welches ungefähr 10 % reines Radium enthält und dessen Aktivität ungefähr 500 000 ist (metallisches Uranium als Einheit angenommen), verursacht auf menschlicher Haut nach Auflegung während einiger Minuten eine sichtbare Blutanhäufung (gerötete Stelle).

Das nämliche Präparat auf die Haut eines Kaninchens oder Meerschweines während 24 Stunden angebracht, ruft eine vollständige Zerstörung der Haut hervor und erzeugt ein Loch darin.

Mit Kaninchen und Meerschweinchen, unter denselben Bedingungen operierend, konnte Herr Danysz feststellen, dass die Haut der letzteren viel leichter verletzbar ist als die der ersteren. Ein Versuch, welcher bei Meerschweinen eine erhebliche Wunde verursacht, befördert andererseits bei Kaninchen nur den Haarwuchs ihres Fells. Die Radiumstrahlen scheinen also unter gewissen Bedingungen auch anregende Wirkungen zu äussern.

Die tierischen Eingeweide scheinen weniger sensibel gegen die Wirkungen der Strahlen zu sein. So z. B. riefen Versuche, bei denen man Glasröhrchen mit radioaktivem Bariumsulfat gefüllt während 1—4 Monate in die Bauchhöhlen einiger Meerschweinchen gelegt hatte, keine derartige Verletzungen wie auf der Haut hervor.

Digitized by Google

Ganz anders stellen sich die Wirkungen dem Zentralnervensystem gegenüber, welches ausserordentlich mehr empfindlich ist als die Haut.

Wenn man unter die Haut einer 1 Monat alten Maus ein Glasröhrchen, welches ungefähr 1 Zentigramm des Radiumsalzes von der Aktivität 500 000 enthält, genau unter der Wirbelsäule oder einer Seite der Hirnschale placiert, so ruft man damit schon nach 3 Stunden Lähmungserscheinungen hervor. Nach 7—8 Stunden wird das Tierchen von Krämpfen befallen, welche immer häufiger werden, sofern man das Röhrchen an seinem Platze lässt, und es nach 12—18 Stunden tödten. Mäuse, welche 3—4 Monate alt sind, und in ähnlicher Weise behandelt wurden, starben nach 6—10 Tagen.

Drei Meerschweinchen, 8—12 Tage alt, welche während 24—48 Stunden das fragliche Röhrchen mit Radium unter der Haut in der Kreuzgegend unmittelbar unter der Wirbelsäule getragen hatten, waren im Hinterteil vollständig gelähmt und unterlagen nach 6—8 Tagen später unter ähnlichen Krampfanfällen wie die kleinen Mäuse. Erwachsene Meerschweine und Kaninchen in gleicher Weise behandelt, zeigten nicht sofort die nervösen Erscheinungen, sondern starben immer erst einige Wochen oder Monate später.

Ein grosses ausgewachsenes Kaninchen hielt eine Belegung der Hirnhaut (nach Trepanierung) mit demselben Radiumröhrchen während 8 Stunden aus. Zwei Tage nach der Operation zeigte sich nichts Anormales, aber am dritten Tage folgte die Lähmung und später der Tod.

Die Larven von Insekten und vornehmlich Mehlwürmern, welche in einer Glasrähre mit einem Radiumröhrchen von 500 000 Aktivität eingesperrt waren, wurden nach 24 Stunden zunächst in ihrer Bewegungsfähigkeit gelähmt und starben 2—3 Tage später. In diesem Falle scheint es das Nervensystem zu sein, welches am stärksten angegriffen wurde.

Ausserdem hat Herr Danysz die Wirkungen des Radiums aus einiger Entfernung auf kleinere Tierchen beobachtet. Er sperrte nämlich Mäuse in ein Holzkästchen und brachte das Radium über dem Käfig auf ein Brettchen an, welches eine Öffnung hatte, so dass die Strahlen in den Käfig eindringen konnten, und nicht erst durch dickes Holz hindurchgehen mussten. Das wichtigste Ergebnis aus diesen Versuchen besteht darin, dass die Schwere der Verletzungen mit der Stärke der Radioaktivität und Zeitdauer der Bestrahlungen wächst. Nach 20 Tagen einer ununterbrochenen Bestrahlung mit radioaktivem Bariumsalz waren 2 Mäuse, welche auf 8 cm Entfernung bestrahlt wurden, gelähmt und starben kurze Zeit darauf. Die Haut war stark blutunterlaufen, erweicht und wie verbrüht, sie zerriss schon beim leisesten Zerren.

Nach einer Bestrahlung von 15 Tagen mittels eines Röhrchen reinen Radiums erlitten 2 ausgewachsene Mäuse tiefgehende Blutanhäufungen unter der Haut, Lähmungen der Glieder und Tod nach 22 Tagen. Der gleiche Versuch bei 6 kleinen, einen Monat alten Mäusen wiederholt, verursachte schon nach 4 Tagen ein vollständiges Ausfallen der Haare über Rücken und Flanken und führte nach 10 Tagen den Tod herbei, ohne dass Blutanhäufungen (Kongestionen) unter der Haut entstanden waren.

In allen diesen Fällen scheinen auch innerliche Blutergüsse stattgefunden zu haben. Wenn man das den Bestrahlungen ausgesetzt gewesene Gehirn

Digitized by Google

und das Rückenmark genauer untersucht, so findet man die Kapillarröhrchen zerrissen und die Nervensubstanz in Blut schwimmend. Die Nervenzellen zeigen aber keine wahrnehmbare Veränderung. Andernfalls mussten alle diese Versuche eine direkte Einwirkung auf die Nervenzellen zutage gefördert haben.

Bekanntlich entwickelten die Radiumsalze ausser Strahlen auch Gasausströmungen. Auch die Wirkungen dieser letzteren auf verschiedene Organismen hat Herr Danysz in Gemeinschaft mit Herrn Curie untersucht.

Raupen in einem Glasrohre, welches mit solchen Gasausströmungen erfüllt ist, werden in der gleichen Weise wie durch Strahlen gelähmt. Die Milzbrandmikroben (bacillus anthracis) entwickeln sich nicht in einer mit Radiumgasen erfüllten Atmosphäre, trotzdem sie 24 Stunden darin verbleiben. Auch mit verschiedenen anderen Tieren, wie Mäusen und Meerschweinchen, hat Herr Danysz gleiche Versuche im Grossen angestellt. Er hat sich zu diesem Behufe eines grossen Gaszylinders von etwa 30 cm Durchmesser und 50 cm Höhe bedient und diesen mit einer Gasentwicklungsflasche durch ein Kautschukrohr in Verbindung gesetzt. In der Flasche befand sich ein offenes Gläschen mit einer Lösung des nötigen Radiumsalzes zur Entwicklung der fraglichen Gase. Letztere gelangen aus der verkorkten Flasche durch ein Glas- bezw. Kautschukrohr am Fusse des grossen Gaszylinders in diesen, breiten sich darin aus und entweichen schliesslich in die Luft. Um den zu beobachtenden Tierchen den Aufenthalt im Glaszylinder so bequem wie möglich zu machen und auch sicher zu gehen, dass sämtliche Tiere gleichmässig Radiumgase einatmen, hat man den Glaszylinder etwa bis zur Hälfte mit loser Watte gefüllt und die Tierchen auf die oberste Watteschicht gesetzt. Der Glaszylinder bleibt dauernd durch einen Pappdeckel geschlossen.

Diese Anordnung gestattet einerseits eine ununterbrochene Gasentwicklung und gleichmässige Füllung des Beobachtungsraumes mit Radiumgasen und anderseits lassen sich die Wirkungen der Gase auf die eingesperrten Tiere wahrnehmen, ohne dass diesen die Freiheit des Atmens und der Bewegung geraubt werden.

Das Vorhandensein von Radiumgasen im Beobachtungszylinder lässt sich vermöge einer photographischen Platte feststellen. Letztere wird in schwarzem Papier eingehüllt unter dem Pappdeckel angebracht und ausserdem der Beobachtungszylinder vollkommen verfinstert. Nach kurzer Exposition ist die Einwirkung bemerkbar, indem die Platte sich geschwärzt zeigt.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Resultate der vorliegenden Versuche wertvolle Aussichten eröffnen und viele Forscher zu weiteren Beobachtungen auf diesem Gebiete anregen werden, welche glänzende Erfahrungen und reichen Lohn versprechen.

v. Rüdiger-Charlottenburg.

Digitized by Google

Zeitschrift für Elektrotherapie
und die physikalischen Heilmethoden.

Band VI. 1904. Heft 9.

A. Abhandlungen.

I.

Die Ionen- oder elektrolytische Therapie.

Von Dr. **Stephan Leduc,**
Professor an der École de Médecine in Nantes.

I. Allgemeine Theorieen.

Der Körper der lebenden Wesen ist ein Elektrolyt. Unter der Bezeichnung Elektrolyse haben wir alle diejenigen chemischen Veränderungen zu untersuchen, welche der Verlauf des elektrischen Stromes in diesem eigenartigen Elektrolyten hervorruft.

Die Theorie der elektrolytischen Leitung, wie sie 1805 Grothus formuliert hat, ist lange Zeit klassisch geblieben. Sie sagt aus, dass der elektrische Strom selbst das Molekül des Elektrolyten zersetzt. Wenn dem so wäre, so müssten die durch die geringste Affinität miteinander verbundenen, die leichtest zersetzbaren Substanzen die besten Elektrolyten sein; es ist aber gerade das Gegenteil der Fall; die durch die stärksten chemischen Affinitäten zusammengehaltenen Substanzen, die starken Säuren, die Alkalisalze bilden die besten Leiter, die bei der Stromleitung anscheinend am leichtesten zersetzlichen Substanzen. Ferner müsste, wenn der elektrische Strom die Zersetzung des Elektrolyten verursachte, es sich herausstellen, dass dabei eine Menge elektrischer Energie verbraucht wird, welche der für diese Zersetzung erforderlichen Energie proportional ist. Nun gibt ein Strom beim Durchfliessen eines Elektrolyten keine andere Energie ab, als diejenige, die man, nach dem Jouleschen Gesetze, in der Form der Wärme wiederfindet; er gibt keine Energie an den Elektrolyten zur Herbeiführung chemischer Zersetzung ab.

1857 wies Clausius darauf hin, dass, wenn der elektrische Strom erst die Zersetzung herbeiführte, dann die elektrische Kraft, welche die Bestandteile des Moleküls zu trennen strebe, einen gewissen Wert erreichen müsse, unterhalb dessen kein Strom passieren könnte; im Augenblicke aber, wo diese Kraft grösser würde als die chemische Affinität, die Zersetzung sich stürmisch in der ganzen Masse des Elektrolyten entwickeln müsse.

Digitized by Google

Nun vollzieht sich die Abscheidung der zersetzten Stoffe nur an den Elektroden; andrerseits wächst die Geschwindigkeit der Abscheidung regelmässig mit der Stromstärke, sie zeigt für keinen ihrer Werte eine brüske Variation.

Arrhenius hat 1887 eine Theorie formuliert, wonach es das Lösungsmittel, das Wasser, ist, was die Moleküle zersetzt, sie in Ionen dissoziiert, welche einfache Substanzen oder Radikale sein können. Die für diese Leistung nötige Energie ist ein Teil der bei der Lösung absorbierten Wärme; man nennt sie Ionisierungs-Wärme. Da immer nur ein Teil der gelösten Moleküle dissoziiert wird, enthält eine elektrolytische Lösung mittlerer Konzentration, z. B. eine Kochsalzlösung, drei Arten von Partikeln oder Molen: nicht dissoziierte, elektrisch neutrale NaCl-Moleküle, negativ geladene Cl-Anionen, positiv geladene Na-Kationen. In einer elektrolytischen Lösung ist die Zahl der positiven Ladungen immer gleich der Zahl der negativen Ladungen; das gilt aber nicht für die Ionen, da ein Ion zwei, drei, vier oder fünf elektrische Ladungen tragen kann, denn die Valenz ist durch die Zahl der elektrischen Ladungen bestimmmt.

So ist z. B. das Eisen, das in Eisenchlorür zweiwertig ist und zwei positive Ladungen trägt, die imstande sind, die negativen Ladungen von zwei Chlorionen zu binden, im Eisenchlorid dreiwertig, trägt drei positive elektrische Ladungen und kann die negativen Ladungen von drei Chlorionen binden.

Bringt man in einen Elektrolyten eine positive und eine negative Elektrode, so zieht nach den elektrostatischen Gesetzen die positiv geladene Anode die negativ geladenen Anionen an, und stösst die positiv geladenen Kationen ab. Die negativ geladene Kathode zieht die positiv geladenen Kationen an und stösst die negativ geladenen Anionen ab. Unter dieser Einwirkung setzen sich die Ionen in Bewegung, transportieren ihre elektrische Ladung nach den Elektroden, die sie neutralisieren und bilden auf diese Weise den elektrischen Strom, der sich aus der Fortführung der elektrischen Ladungen durch die ponderable Masse der Ionen ergibt.

Die Einheiten oder Gruppen, deren Vereinigung oder Trennung die chemischen Reaktionen hervorbringen, können also in neutralem Zustande, ohne elektrische Ladung, oder im Zustande elektrisch geladener Ionen existieren.

Die chemischen Reaktionen bestehen in der Ladung oder Entladung von Ionen. Die chemischen und die physiologischen Eigenschaften hängen viel mehr von der Gruppierung von Ionen als von der Natur der in Betracht kommenden Substanzen selbst ab.

Digitized by Google

So präzipitiert das Silbernitrat das Ion Chlor, Cl, aber nicht das Chlor der Ionen ClO^3 oder $C^2H^3 ClO^2$; so ist das Arsenik sehr giftig in dem Ion arsenige Säure, sehr wenig toxisch im Kakodyl-Ion.

Im Jahre 1833 entdeckte Faraday das Gesetz des Verhältnisses zwischen den elektrolytischen Wirkungen und den Elektrizitätsmengen: Um an den Elektroden ein Gramm-Molekül irgend eines Radikals zur Abscheidung zu bringen, sind pro Valenz dieses Radikals 96537 Coulomb erforderlich.

Wenn man eine elektrolytische Zelle durch eine poröse Scheidewand teilt, so findet man nach der Zersetzung eines oder mehrerer Äquivalente eine ungleiche Verteilung der Verluste. Beim Kupfersulfat z. B. trägt die negative Zelle $^2/_3$ des Verlustes, die positive nur $^1/_3$. Schon 1853 hat Hittorf eine ingeniöse Erklärung dieser Erscheinung gegeben, die folgendes Schema veranschaulicht.

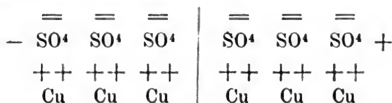


Fig. 1, vor dem Passieren des Stroms.

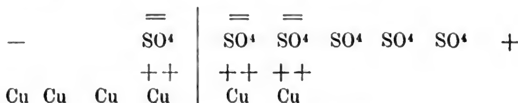


Fig. 2, nach dem Passieren des Stroms.

Fig. 1 bedeutet eine elektrolytische Zelle, welche Kupfersulfat enthält, die vertikale Linie bedeutet die poröse Scheidewand, welche diese Zelle in zwei gleiche Teile scheidet. Fig. 2 zeigt den Zustand der Zelle nach dem Passieren des Stroms unter der Annahme, dass das Säure-Radikal sich doppelt so schnell bewegt, als das Kation, d. h., dass zwei Säureradikale die Scheidewand passieren, während gleichzeitig nur ein Ion Kupfer nach der Kathode wandert. Man sieht, dass sich auf jeder Elektrode drei Ionen abgeschieden haben, aber infolge der verschiedenen Ionen-Geschwindigkeit enthält die negative Hälfte der Zelle nur noch ein Molekül Kupfersulfat, während die positive Hälfte deren noch zwei enthält und nur ein Drittel ihrer Konzentration verloren hat.

Man sieht somit leicht, dass die Ionen sich mit verschiedener Geschwindigkeit in entgegengesetztem Sinne bewegen und dass die Konzentrations-Verluste n an der Kathode und 1 an der Anode sich zu

Digitized by Google

einander verhalten, wie die Geschwindigkeit der Anionen u zu der der Kationen v; es ist also $\frac{n}{1-n} = \frac{u}{v}$ und man hat in den Verhältnissen der Konzentrationsverluste ein Mittel zur Bestimmung der relativen Ionen-Geschwindigkeiten.

1876 verglich Kohlrausch unter gleichen Bedingungen die Leitfähigkeit von Salz-Lösungen, bei gleichem Anion nacheinander drei oder mehr verschiedene Kationen, z. B. untersuchte er erst die Leitfähigkeit der Chloride von Natrium, Kalium und Ammonium, dann die der Bromide, darauf die der Jodide dieser Metalle:


Cl — K — Na — NH^4


Br — K — Na — NH^4

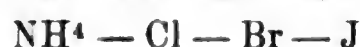

I — K — Na — NH^4.

Er fand zwischen verschiedenen Salzen mit demselben Kation dieselben Leitfähigkeitsunterschiede, die also nur von der Verschiedenheit der Anionen herrührten und sich unabhängig von dem Kation, mit dem die Anionen verbunden waren, erwiesen.

Der analoge, mit drei oder mehr Kationen, die mit verschiedenen Anionen verbunden waren, angestellte Versuch, z. B.:


K — Cl — Br — J


Na — Cl — Br — J


NH^4 — Cl — Br — J

zeigte gleichfalls zwischen der Leitfähigkeit von Salzen mit demselben Anion, aber mit verschiedenen Kationen immer dieselben Differenzen für dieselben Kationen, unabhängig von den Anionen, mit denen sie verbunden waren.

Das Kohlrauschsche Gesetz lässt sich durch die Formel:

$$C = X\ (u - v)$$

darstellen, in der C die Leitfähigkeit des Salzes, X den Anteil des Elektrolyten an dissoziierten Ionen und v und u die Anionen- und Kationen-Geschwindigkeiten darstellt. Wenn der Elektrolyt vollständig dissoziiert ist, wird $X = 1$ und die Formel lautet

$$C = u - v.$$

Man bezeichnet mit spezifischer Leitfähigkeit (umgekehrter Widerstand, $C = \frac{1}{R}$ in Ohm) die Leitfähigkeit eines Kubikzentimeters eines Elektrolyten.

Man nennt molekuläre Leitfähigkeit die eines Elektrolyten, der zwischen parallelen und um einen Zentimeter voneinander abstehenden

Digitized by Google

Elektroden ein Molekül enthält; sie ist gleich der spezifischen Leitfähigkeit, multipliziert mit dem Molekül-Volumen, u = yv.

Die molekulare Leitfähigkeit variiert mit dem Verdünnungsgrade und folglich mit dem Molekül-Volumen. Ist die Dissoziierung vollständig, so erreicht die molekulare Leitfähigkeit ihr Maximum, man stellt sie dann durch das Symbol ∞ dar.

Zusammenfassend finden wir, dass die elektrolytische Leitfähigkeit proportional ist der Zahl der Ionen, ihrer Ladung und ihren Geschwindigkeiten.

II. Der elektrische Strom in den lebenden Organismen.

Die mit Salzlösungen imprägnierten lebenden Gewebe sind Elektrolyte; die durch die Erforschung der Elektrolyte gewonnenen Erkenntnisse sind direkt auf sie anwendbar.

Die elektrische Leitfähigkeit des menschlichen Körpers ist die elektrolytische Leitfähigkeit.

Beim Studium der chemischen Wirkungen, welche durch die Durchströmung des menschlichen Körpers hervorgerufen werden, empfiehlt es sich, die polaren von den interpolaren Wirkungen zu trennen.

Die in der Medizin verwendeten Elektroden sind bald unabgreifbar, wie Kohle, Platin usw., bald angreifbare Elektroden, wie Zink, Kupfer usw., bald Elektrolyten-Elektroden, aus wässrigen Lösungen von Salzen, Säuren oder Basen.

Im Falle der unangreifbaren Elektroden werden die Anionen, nachdem sie bei Erreichung der Anode ihre Ladung abgegeben haben, zu Anhydriden, aus denen sich unter Wasserstoffaufnahme aus den Geweben die entsprechenden Säuren bilden; die Wasserstoffabgabe seitens der Gewebe vollzieht sich unter Zerstörung von Gewebselementen:



$$2\,Cl + H^2O = 2HCl + O;$$

es wird dabei Sauerstoff frei.

Die Kationen werden bei Erreichung der Kathode zu Alkali-Metallen, entziehen den Geweben, die dabei gleichfalls zerstört werden, die Hydroxyl-Gruppe und rufen eine Wasserstoffentwicklung hervor;



$$K + H^2O = KOH + H.$$

Verwendet man Elektroden, welche durch die Produkte der Elektrolyse angegriffen werden — man spricht dann in der Medizin von löslichen Elektroden — so vollzieht sich an der Anode zunächst Säurebildung unter Gewebszerstörung, dann Zersetzung der Elektrode durch die gebildete Säure, es bildet sich ein Salz des Elektrodenmetalls, das dann

Digitized by Google

seinerseits die Erscheinungen ergibt, wie sie den elektrolytischen Elektroden eigentümlich sind.

Verwendet man Elektrolyten-Elektroden, so tritt die doppelte Ionen-Wanderung zwischen der Anode und der Kathode (beides Metalle) auf; es ergibt sich dann an den Berührungsflächen zwischen den verschiedenen Geweben und an der zwischen der Haut und dem flüssigen Elektrolyten der Elektroden ein Ionen-Austauch. An der Anode gibt der Körper seine Anionen ab und erhält die Kationen der Elektrode; an der Kathode gibt der Körper Kationen ab und empfängt die Anionen der Elektrode. Man kann also unter der Anode Kationen in den Körper einführen und unter der Kathode Anionen.

Die Elektrolyten-Elektroden können aus Lösungen von Salzen, Säuren oder Basen bestehen.

Bekanntlich können alle Salze, welche aus einem Säure- oder Halogen-Radical, das negativ ist — $\overset{-}{R}$ — und einem elektropositiven Metalle $\overset{+}{M}$ bestehen, durch die Formel R^{m}— M^{n}— dargestellt werden. Das Metall dringt unter der Anode in den Körper ein, das saure Radikal unter der Kathode. Als Resultat ergibt sich ein Wechsel der Beschaffenheit der Salze des Organismus; die Säure verändert sich unter der Kathode, das Metall unter der Anode; ausser wenn das Radikal und das Metall nicht dieselben sind, wie die des Organismus, wie etwa bei der Verwendung von Elektroden aus Kochsalzlösungen. Im letzteren Falle sind die Vorgänge unter den Elektroden auf ein Minimum beschränkt, ohne doch ganz zu fehlen, denn das Chlor ist nicht das einzige elektronegative Radikal des Organismus, das Natrium nicht sein einziges elektropositives Ion und die ausschliessliche Substitution von Chlornatrium für alle Salze des Organismus hat Konsequenzen, die zum Absterben von Gewebe führen können.

Kurz, die aus Salzlösungen bestehenden Elektroden lassen unter der Kathode ihre sauren Radikale eindringen, die auf die Gewebe zum grossen Teile so wirken, wie die entsprechenden Natronsalze: Jodüre, Sulfate, Phosphate, Sulfide, Bichromate, Salicylate und des Natrons. Unter der Anode wird das Metall des Salzes eingeführt, es wirkt im ganzen so, wie sein Chlorid wirken würde. Man kann also vermuten, welche Wirkung die Ionen eines Salzes haben werden, wenn man weiss, wie die Natronsalze seiner Säure und wie die Chloride seines Metalls auf die Gewebe wirken. (Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

II.

Elektropathologie.

Von Dr. **H. Kurella.**

(Schluss.)

Das angeführte Material wird genügen, um zu zeigen, wie gross die Gefahren sind, die durch die ungefähr gleichzeitige Ausdehnung und Verdichtung des Netzes der Telephonleitungen und der elektrischen Strassenbahnen entstehen. Gegenüber den selten auftretenden und nach dem heutigen Standpunkte der Technik freilich unabwendbaren Gefährdungen des telephonierenden Publikums und der Beamten der Fernsprech-Ämter durch atmosphärische Entladungen steht die Möglichkeit, durch relativ einfache und billige Vorrichtungen die Luftleitungen der Strassenbahnen vor dem Kontakte mit Telephondrähten zu sichern. Es ist das eine selbstverständliche Forderung der Vertreter des Arbeiterschutz-Gedankens, eine Forderung, die um so dringender ist, als die Telephon-Ämter den direkten Verkehr fast ausschliesslich durch weibliche Angestellte besorgen lassen, die bekanntlich nach kürzerer Dienstzeit in ihrer Majorität schon nervös sind und deshalb schon auf blosse Shock-Wirkungen mit mehr oder weniger schweren Neurosen reagieren.

Glücklicherweise aber handelt es sich nicht nur um eine Frage des Arbeiterschutzes; zwar ist die Telephonistin, die täglich 6—8 Stunden lang den Hörer am Kopfe oder um den Hals trägt, am meisten exponiert, gefährdet ist aber jeder, der telephoniert; und wer telephoniert nicht gelegentlich einmal? man findet in der Grossstadt ja schon Kinder, die kaum sprechen können, am Telephon.

Ich will an dieser Stelle nicht in eine eingehende Besprechung des amtlichen Aktenmaterials eintreten; es existieren eine Reihe mit einander schwer zu vereinigender Verfügungen und Erlasse der höheren Verwaltungsbehörden auf diesem Gebiete, die von grosser Zurückhaltung zeugen, und man hat, wenigstens in Preussen, den Eindruck, als wäre auch die Polizei recht zurückhaltend in prophylaktischen und repressiven Massnahmen.

Die Strassen- und Kleinbahn-Verwaltungen sehen natürlich neue Schutzmassregeln und Anregungen zu ihrer besseren Gestaltung nicht gern, und auf dem Anfang September d. J. in Wien abgehaltenen Kleinbahn-Kongresse trat fast allgemein die Anschauung auf, dass Schutzmassregeln für Abhaltung der Telephon-Drähte von den Strassenbahn-Leitungen mit Sicherheit überhaupt nicht möglich wären. Man kann diese Anschauung vom Standpunkte der Dividende und dem des Verwaltungs-Schlendrians wohl begreifen.

Digitized by Google

Vergegenwärtigt man sich aber, wie leicht bei Sturm, ganz besonders bei starkem Schneefall dichte Scharen von Telephondrähten reissen, wie diese Draht-Scharen gerade in den verkehrreichsten -- d. h. an Strassenbahn-Linien reichsten — Teilen grosser Städte (Wien, Berlin, Hamburg, Breslau) am dichtesten sind, so kann man die Notwendigkeit eines besseren Schutzes als bisher gar nicht verkennen.

Ich kann an dieser Stelle — es soll an einer anderen geschehen — nicht in die Prüfung der bestehenden Bestimmungen, in die Erörterung der sich daran knüpfenden Fragen des Rechts, der Verwaltung und des Wirtschaftslebens eintreten.

Ich will vielmehr zum Schlusse auf etwas anderes hinweisen, nämlich auf die rein theoretische Bedeutung der Beobachtung von Tatsachen der Elektropathologie.

Wir können uns, wenn die allgemeinen Fragen der Einwirkung elektrischer Vorgänge auf den unversehrten menschlichen Körper geklärt werden sollen, nicht mehr mit den Versuchen der Physiologen an isolierten Kaltblüter-Nerven begnügen; diese klassischen Versuche haben ihre Zeit gehabt; die praktische Elektrotherapie verdankt ihnen einige wertvolle Anregungen; aber sie verlangt zugleich nach mehr, und der konsequente Versuch Jellineks, eine Elektropathologie zu begründen, weist gebieterisch auf die Notwendigkeit hin, endlich einmal die Elektrophysiologie des Menschen systematisch zu bearbeiten.

Anhang.

1. **Bericht des Technischen Ausschusses des Elektrotechnischen Vereins über den Schutz elektrischer Starkstromanlagen gegen atmosphärische Entladungen.** April 1904.

Hier heisst es u. a. über die Ergebnisse der mittels Fragebogen erhobenen Enquete:

Postkarten mit abgekürzter Fragestellung sind nicht mehr versandt worden, da sie im ersten Jahre so gut wie gar keine Erfolge gebracht haben. Aus dem Auslande (von Österreich abgesehen) sind leider nur 3 Fragebogen beantwortet zurückgelangt, während aus dem Deutschen Reiche und Österreich 96 eingegangen sind. Das ist erheblich weniger als im vorletzten Jahre, erklärt sich aber daraus, dass diesmal eben nur Berichte aus dem letzten Jahre erstattet wurden, während sich die ersten Berichte vielfach auf 5 bis 6 Jahre zurückerstreckten. Die zurückgelangten Fragebogen sind wiederum in 3 Gruppen eingeteilt worden. Die erste umfasst jene Antworten, die keinerlei Beobachtungen oder Mitteilungen über atmosphärische Entladungen enthalten (36 Stück), die zweite jene, wo entweder ausdrücklich von stattgehabten Gewittern berichtet wird, ohne dass eine Störung eingetreten war, oder wo ein vollständiges, zweck-

Digitized by Google

entsprechendes Funktionieren der vorhandenen Blitzschutzvorrichtungen beobachtet wurde (22 Stück), und die dritte Gruppe jene, wo Beschädigungen durch atmosphärische Entladungen stattgefunden haben (41 Stück).

Da sich unter der dritten Gruppe wiederum alle bekannten Systeme von Blitzschutzvorrichtungen befinden, so scheint die bisherige Erfahrung wiederum bestätigt, dass es keine unbedingt sichere Schutzvorrichtung gegen atmosphärische Entladungen gibt. Ein klassisches Beispiel dafür ist jene Anlage in Nord-Böhmen, die schon im vorigen Bericht hervorgehoben wurde, weil sie offenbar in einer durch atmosphärische Entladungen besonders gefährdeten Gegend liegt. In dieser Anlage sind jetzt Scheiben-Blitzschutzvorrichtungen, Hörner-Blitzschutzvorrichtungen ohne und solche mit Funkenlöschung vorhanden. Überdies hat jeder Mast einen Stangenblitzableiter. Trotzdem sind im vergangenen Jahre wieder 3 Transformatoren durchgeschlagen. Von dem einen, der in der Zentrale steht und die Betriebsspannung von 2000 auf 4000 Volt erhöht, wird berichtet, dass er wiederholt durchgeschlagen ist, trotzdem er aufs beste gesichert ist. Er speist eine Leitung von 10 km Länge, die zum grössten Teil über einen freien Bergrücken geht und an einer quellenreichen Berglehne endet. Das sind also die ungünstigsten Verhältnisse, die überhaupt vorkommen können. Ferner wird aus derselben Anlage berichtet, dass ein Transformator wiederholt in dem letzten Jahre durchgeschlagen ist. Er steht, durch Glasfüsse isoliert, auf feuchter Erde und daher sind seine Blitzschutzvorrichtungen gut geerdet. Ein anderer Transformator, gleichfalls auf Glasfüssen, an derselben Leitung ist verschont geblieben, obgleich er 50 m höher und zwar auf trockenem Sandboden aufgestellt ist, seine Schutzvorrichtung daher keine gute Erdung hat. Da sich diese Beobachtung über mehrere Jahre erstreckt, so scheint ein Zufall wohl ausgeschlossen, und sie ist im Einklang mit der bekannten Wahrnehmung, dass die atmosphärischen Entladungen beim Übergang zur Erde feuchte Stellen im Boden bevorzugen. Das wird ja auch durch die Beobachtung an den durch den Blitz getroffenen Bäumen bestätigt. Von derselben Anlage wird weiter berichtet, dass das Durchschlagen der Transformatoren, die alle auf Glasfüssen stehen, immer zwischen Windungen derselben Wickelung oder zwischen primärer und sekundärer Wickelung, niemals aber gegen den Eisenkörper stattgefunden hat.

. . . .

Wie schon früher, so sind auch jetzt wieder Fälle berichtet worden, wo atmosphärische Entladungen beobachtet wurden, ohne dass ein Gewitter vorhanden war, ferner dass Zerstörungen von Blitzschutzvorrichtungen selbst, sowie von Isolatoren und Leitungsstangen eingetreten sind, wenn sie von direkten Blitzschlägen getroffen wurden.

2. Preussischer Ministerial-Erlass vom 9. Februar 1904.

Der Erlass vom 31. Dezember 1896, betreffend den Schutz der Telegraphen- und Fernsprechanlagen gegenüber elektrischen Kleinbahnen, gründet sich nach § 4 Ziffer 2 des Kleinbahngesetzes, wonach bei der Genehmigung von Kleinbahnen auch der Schutz bestehender Verhältnisse gegen „schädliche Einwirkungen“ der Anlage und des Betriebes der Bahn wahrzunehmen ist. Beschwerdefälle haben Veranlassung gegeben, zu prüfen, inwieweit diese landesgesetzliche Bestimmung in Anwendung auf vorhandene Telegraphen- und Fernsprechanlagen

Digitized by Google

Rechtswirkungen zu äussern vermag gegenüber den §§ 12, 13 und 14 des Gesetzes über das Telegraphenwesen des Deutschen Reiches vom 6. April 1892 (R.-Bl. S. 467) und gegenüber den §§ 6 und 13 des Reichs-Telegraphenwegegesetzes vom 18. Dezember 1899 (R.-Bl. S. 705), durch welche Ansprüche auf Vermeidung „störender Beeinflussung“ von Telegraphen- und Fernsprechlinien durch andere elektrische Anlagen zu privatrechtlichen, im Streitfalle vor den Gerichten zu verfolgenden Ansprüchen erklärt worden sind. Als Ergebnis dieser Prüfung war festzustellen, dass nach der Reichs-Gesetzgebung der behördliche Schutz der in den Telegraphen- und Fernsprechlinien verkörperten öffentlichen Interessen gegen „störende Beeinflussung“ dieser Anlagen durch andere elektrische Anlagen, im Interesse der Reichseinheit und eines für das ganze Reichsgebiet einheitlichen Verfahrens, nicht den Verwaltungsbehörden, sondern den im Reichsgericht gipfelnden ordentlichen Gerichten hat zustehen und dass den Polizeibehörden der Schutz der Telegraphen- und Fernsprechlinien gegen Einwirkungen anderer elektrischer Anlagen nur bezüglich der mit solchen Anlagen für Leben und Eigentum verbundenen Gefahren, kurz die Wahrnehmung der Gefahrenpolizei im engeren Sinne, hat verbleiben sollen. Hiernach ist die Frage, wie elektrische Anlagen „auszuführen“ — d. h. zu konstruieren und anzuordnen sind —, damit sie vorhandene Telegraphen- und Fernsprechlinien nicht „störend beeinflussen“, nicht Gegenstand polizeilicher Fürsorge, sondern der Verständigung der Beteiligten überlassen und im Falle der Nichtverständigung Sache richterlicher Entscheidung. Als „störende Beeinflussungen“ im Sinne der beiden Reichsgesetze sind nach deren Entstehungsgeschichte anzusehen: die Induktionsstörungen, die elektromagnetischen Einwirkungen von Erdströmen bei Benutzung oder Mitbenutzung der Erde zur Stromrückleitung, und örtliche Behinderungen vorhandener durch neue Anlagen bei nötig werdenden Unterhaltungs-, Erweiterungs- und Verlegungsarbeiten.

Angesichts dieser Rechtslage hebe ich, der Minister der öffentlichen Arbeiten, den genannten Erlass meines Herrn Amtsvorgängers hiermit auf.

Auf Grund des § 55 des Kleinbahngesetzes bestimmen wir, dass bei der polizeilichen Genehmigung und Beaufsichtigung des Baues und Betriebes elektrischer Kleinbahnen vor der Bahnanlage vorhanden gewesenen Telegraphen- und Fernsprechanlagen ein polizeilicher Schutz gegen „schädliche Einwirkungen der Anlage und des Betriebes dez Bahn“ fernerhin nur insoweit zu gewährleisten ist, als durch den Bau und den Betrieb der Bahn der Bestand (die Substanz) der Telegraphen- und Fernsprechanlagen und die Sicherheit des Bedienungspersonals gefährdet werden würde. Als gefährlich in diesem Sinne sind anzusehen:

a) die Berührung der beiderseitigen Leitungen,

b) die Wärmewirkungen, die elektrolytischen Wirkungen sowie die Leben und Gesundheit bedrohenden Wirkungen von Erdströmen, die bei Benutzung oder Mitbenutzung der Erde zur Rückleitung entstehen können,

c) die mechanischen Beschädigungen der Telegraphen- oder Fernsprechleitungen bei dem Bau und Betriebe der Bahn.

Soweit nicht besondere Verhältnisse Abweichungen bedingen, sind bei der Genehmigung die aus der Anlage ersichtlichen „Allgemeinen polizeilichen Anforderungen“ zu beachten. Im übrigen bemerken wir folgendes:

Digitized by Google

1. Im allgemeinen: Der Anhörung der Reichs-Telegraphenverwaltung nach Maßgabe des § 8 Abs. 2 des Kleinbahngesetzes — unter Mitteilung der im § 5 ebendaselbst vorgesehenen Unterlagen — sowie ihrer Beteiligung am Planfeststellungsverfahren und an der Abnahme der Bahn bedarf es nach wie vor. Die Erörterungen mit der Telegraphenverwaltung über den Schutz ihrer Anlage gegenüber der Bahnanlage haben sich aber auf solche „schädlichen Einwirkungen“ der letzteren und ihres Betriebes zu beschränken, die für den Bestand (die Substanz) der Telegraphen- und Fernsprechanlagen und die Sicherheit des Bedienungspersonals gefährlich werden würden. Ob zwischen der Telegraphenverwaltung und dem Bahnunternehmer schon eine Verständigung über die Vermeidung von „störenden Beeinflussungen“ in dem oben umschriebenen Sinne zustande gekommen ist, ist für das polizeiliche Prüfungs- und Genehmigungsverfahren selbst dann nicht von Interesse, wenn die erzielte Vereinbarung auch Schutzvorkehrungen gegen Gefahren für Leben und Eigentum zum Gegenstande haben sollte.

Die Anforderungen, denen die Bahnanlage im Hinblick auf konkurrierende Telegraphen- und Fernsprechanlagen der Polizeibehörde gegenüber zu genügen hat, sind unabhängig von allen zwischen dem Unternehmer und der Telegraphenverwaltung getroffenen oder etwa noch zu treffenden privatrechtlichen Vereinbarungen und ohne jede Bezugnahme auf solche Vereinbarungen festzusetzen.

2. Zu No. 3 der „Allgemeinen polizeilichen Anforderungen“: Die aus den Schienen in die Erde übertretenden Ströme können nicht bloss elektrolytisch zerstörend auf ihre Nachbarschaft einwirken, sondern unter Umständen auch eine Leben, Gesundheit und Eigentum bedrohende Stärke annehmen. Diesen Wirkungen vorzubeugen, ist der Zweck der Bestimmung, dass die Rückleitung der Schienen eine möglichst vollkommene sein soll. Die Bestimmung soll aber nicht einen Anspruch auf polizeilichen Schutz auch gegenüber den bloss elektromagnetischen, für Leben und Eigentum nicht gefährlichen Einwirkungen solcher Erdströme auf den Telegraphen- oder Fernsprechbetrieb begründen.

3. Da induktorische oder sonstige elektromagnetische Beeinflussungen der Telegraphen- und Fernsprechleitungen sowie die Behinderung der Unterhaltung, Erweiterung und Verlegung dieser Anlagen durch die Bahnanlage unter den Begriff der „störenden Beeinflussungen“ fallen, so enthalten die „Allgemeinen polizeilichen Anforderungen“ weder Bestimmungen über die Verlegung von offenen Telegraphenleitungen und unterirdischen Telegraphenkabeln, noch Grundsätze über die Rechte und Pflichten der beiden Teile im Falle einer „Kollision“ der beiderseitigen Rechte (§§ 1024, 1060 und 1090 B. G.-B.). Diese Rechtslage schliesst aber nicht aus, dass bei der Genehmigung einer Kleinbahn an der vorgängigen Verlegung einer Telegraphenlinie auch ein polizeiliches Interesse bestehen kann, z. B. dann, wenn bei Lagerung der Gleise einer Strassenbahn unmittelbar über einem im Strassenkörper schon vorhandenen Telegraphenkabel von einer späteren Ausbesserung, Erweiterung oder Verlegung des Kabels unerwünschte Unzuträglichkeiten für den Bahnbetrieb oder für den Strassenverkehr, oder wenn bei der Nachbarschaft der beiden Anlagen zerstörende elektrolytische Einwirkungen von den aus den Bahnschienen austretenden Strömen auf das Telegraphenkabel zu besorgen sein sollten. In solchen Fällen kann auch seitens der genehmigenden Behörde die Verlegung des Kabels zur polizeilichen Bedingung für die Genehmigung der Bahn gemacht werden.

Digitized by Google

Andererseits hat die Bahnaufsichtsbehörde auch gegenüber den Unterhaltungs- u. s. w. Arbeiten der Telegraphenverwaltung die Sicherheit des Bahnbetriebes und die Interessen des öffentlichen Bahnverkehrs wahrzunehmen. Kommt also bei der Ausbesserung oder Verlegung eines unter der Bahn verlaufenden oder kreuzenden Telegraphenkabels eine Unterbrechung des Bahnbetriebes in Frage, so ist — nötigenfalls durch besondere, an die Telegraphenverwaltung zu erlassende Verfügung — darauf zu halten, dass der Betrieb nicht länger als durchaus geboten unterbrochen werde, und auch nicht zu Zeiten, in denen die polizeilich zu schützenden Verkehrsinteressen eine Unterbrechung des Bahnbetriebes nicht zulassen. Um der Bahnaufsichtsbehörde den in dieser Beziehung erforderlichen Einfluss zu sichern, ist in der Genehmigung vorzuschreiben, dass längere Betriebseinstellungen der Genehmigung der Bahnaufsichtsbehörde auch dann bedürfen, wenn darüber Einverständnis zwischsn der Telegraphenverwaltung und der Bahnbetriebsleitung bestehen sollte, und dass von allen über die fahrplanmässigen Zeiten hinausgehenden Betriebseinstellungen vorgängige, im Falle dringender Notwendigkeit wenigstens nachträgliche unverzügliche Anzeige an die Bahnaufsichtsbehörde zu erstatten ist.

4. Bestimmungen darüber, wer die Kosten polizeilich geforderter Schutzvorrichtungen und Schutzvorkehrungen zu tragen hat, sind in die Genehmigung nicht aufzunehmen.

5. Mit Rücksicht auf § 13 Satz 2 des Kleinbahngesetzes — wonach die Genehmigung unbeschadet aller Rechte Dritter erfolgt — und die §§ 317 und 318 des Strafgesetzbuches (Fassung der Novelle vom 13. Mai 1891, R.-Bl. S. 107) ist es zwar selbstverständlich, dass, wenn zufolge der polizeilichen Genehmigungsbedingungen eine Veränderung von Telegraphen- oder Fernsprechleitungen oder die Anbringung von Schutzvorrichtungen an den Leitungen in Frage kommen (Ziffer 4, 5 und 6 der „Allgemeinen polizeilichen Anforderungen"), der Unternehmer sich über diese Veränderungen mit der Telegraphenverwaltung zu verständigen hat. Es steht aber auch nichts im Wege, einen darauf bezüglichen nachrichtlichen Hinweis in die Genehmigung aufzunehmen.

6. Die ausser den „Allgemeinen polizeilichen Anforderungen" etwa nötig werdenden Sonderbedingungen sind im Planfeststellungsverfahren zu treffen und in solchen Fällen, in denen das Bedürfnis frühestens bei den Probefahrten festgestellt werden kann, vorzubehalten. Sollten die Vertreter der Telegraphenverwaltung im Planfeststellungstermin ausnahmsweise bindende Erklärungen nicht abgeben können, so ist im Termin eine angemessene Frist zu ihrer Nachbringung festzusetzen.

7. Bei Meinungsverschiedenheiten zwischen der genehmigenden Behörde und der Telegraphenverwaltung im Planfeststellungstermin oder im Genehmigungsverfahren über erhebliche sachliche Bedenken oder Einwendungen der Telegraphenverwaltung ist an uns zu berichten, falls der Austrag der Sache nach Ansicht der genehmigenden Behörde nicht dem Beschwerdeverfahren überlassen werden kann.

8. Solange die zur Abwendung von Gefahren für Leben und Eigentum gestellten polizeilichen Anforderungen nicht erfüllt sind, darf die Eröffnung des Bahnbetriebes nicht gestattet werden.

9. Es ist zwar nicht die Aufgabe der Polizeibehörden, für die Regelung der privatrechtlichen Ansprüche zu sorgen, welche die konkurrierenden Anlagen gegeneinander aus § 12 des ersten oder aus § 6 des zweiten der beiden

Digitized by Google

Reichsgesetze herleiten. Im Interesse der Verhütung von Prozessen finden wir aber nichts dagegen zu erinnern, dass die genehmigende Behörde auf Wunsch beider Teile zwischen ihnen über jene Ansprüche vermittelt. Die auf diesem Wege erzielten Vereinbarungen können jedoch nicht die Unterlage für polizeiliche Auflagen abgeben; auch darf das polizeiliche Genehmigungsverfahren im Hinblick auf solche Vermittelungsverhandlungen nicht aufgehalten werden. Es ist im Gegenteil geboten, zunächst die polizeilichen Genehmigungsbedingungen festzustellen, da erst auf Grund dieser öffentlichrechtlichen Unterlagen die Beteiligten ihre privatrechtlichen Ansprüche gegeneinander formulieren können.

10. Es ist selbstverständlich, dass auch bezüglich schon bestehender elektrischer Kleinbahnen die Bahnaufsicht zu Gunsten benachbarter Telegraphen- und Fernsprechleitungen rechtswirksam nur auf dem durch die Reichs-Gesetzgebung für eine polizeiliche Zuständigkeit freigelassenen Gebiete ausgeübt werden kann.

Anlage zur Verfügung vom 9. Februar 1904.

Allgemeine polizeiliche Anforderungen

an den Bau und Betrieb mit Gleichstrom betriebener elektrischer Kleinbahnen im Hinblick auf die mit solchen Anlagen für den Bestand vorhandener Telegraphen- und Fernsprechanlagen und die Sicherheit des Bedienungspersonals verbundenen Gefahren.

1. Falls die Stromzuführung durch eine oberirdische blanke Leitung erfolgt, muss diese, die „Arbeitsleitung“, an allen Stellen, wo sie vorhandene oberirdische Telegraphen- oder Fernsprechlinien kreuzt, mit Schutzvorrichtungen versehen sein, durch welche eine Berührung der beiderseitigen Leitungen verhindert oder unschädlich gemacht wird. Solche Vorrichtungen können u. a. bestehen in geerdeten Schutzdrähten oder Fangnetzen, aufgesattelten Holzleisten u. dgl.

2. Wird die Arbeitsleitung (Ziffer 1) noch durch besondere oberirdische blanke Zuleitung gespeist, so müssen die Speiseleitungen da, wo sie von vorhandenen oberirdischen Telegraphen- und Fernsprechleitungen gekreuzt werden, gegen etwaige Berührung durch letztere entweder in ausreichender Erstreckung isoliert oder durch geerdete Fangdrähte oder Fangnetze gedeckt sein. Die Isolation darf auch von einer die normale Betriebsspannung um 1000 Volt übersteigenden Spannung nicht durchschlagen werden.

3. Falls die Stromrückleitung durch die Gleisschienen erfolgt, müssen diese mit dem Kraftwerk durch besondere Leitungen, die Schienenstösse unter sich durch besondere metallische Brücken von ausreichendem Querschnitt in gut leitender Verbindung stehen.

4. An oberirdischen Kreuzungen der beiderseitigen Anlagen muss der Abstand der untersten Telegraphen- oder Fernsprechleitung von den höchstgelegenen stromführenden Teilen der Bahnanlage mindestens 1 m betragen. Die Masten zur Aufhängung der oberirdischen Leitungen müssen von vorhandenen Telegraphen- oder Fernsprechleitungen mindestens 1,25 m entfernt bleiben.

5. Wo die Arbeits- oder Speiseleitungen der Bahn streckenweise in einem Abstand von weniger als 10 m neben den Telegraphen- oder Fernsprech-

Digitized by Google

leitungen verlaufen und die örtlichen Verhältnisse eine Berührung der beiderseitigen Leitungen auch beim Umstürzen der Träger oder beim Herabfallen der Drähte nicht ausschliessen, müssen die Gestänge der Bahnanlage, nötigenfalls auch die der Telegraphenanlage, durch kürzere als die sonst üblichen Abstände, durch entsprechend stärkere Stangen und Masten und durch sonstige Verstärkungsmittel (Streben, Anker u. dgl.) gegen Umsturz besonders gesichert sein; auch müssen die Drähte an den Isolatoren so befestigt sein, dass eine Lösung aus ihren Drahtlagern ausgeschlossen ist.

6. Unterirdische Speiseleitungen müssen unterirdischen Telegraphen- oder Fernsprechkabeln tunlichst fernbleiben. Bei Kreuzungen und bei seitlichen Abständen der Kabel von weniger als 0,50 m müssen die Bahnkabel auf der den Telegraphenkabeln zugekehrten Seite mit Zementhalbmuffen von wenigstens 0,06 m Wandstärke versehen und innerhalb dieser in Wärme schlecht leitendes Material (Lehm o. dgl.) eingebettet sein. Diesen Muffen müssen 0,50 m zu beiden Seiten der gekreuzten Telegraphenkabel, bei seitlichen Annäherungen ebensoweit über den Anfangs- und Endpunkt der gefährdeten Strecke hinausragen. Liegt bei Kreuzungen und bei seitlichen Abständen der Kabel von weniger als 0,50 m das Bahnkabel tiefer als das Telegraphenkabel, so muss letzteres zur Sicherung gegen mechanische Angriffe mit zweiteiligen eisernen Rohren bekleidet sein, die über die Kreuzungs- und Näherungsstelle nach jeder Seite hin 1 m hinausragen. Solcher Schutzvorrichtungen bedarf es nicht, wenn die Bahn- oder die Telegraphenkabel sich in gemauerten oder in Zement- oder dgl. Kanälen von wenigstens 0,06 m Wandstärke befinden.

7. Von beabsichtigten Aufgrabungen in Strassen mit unterirdischen Telegraphen- oder Fernsprechkabeln ist der zuständigen Ober-Postdirektion oder den zuständigen Post- oder Telegraphenämtern bei Zeiten vor dem Beginn der Arbeiten schriftlich Nachricht zu geben. Falls durch solche Arbeiten der Telegraphen- oder Fernsprechbetrieb gestört werden könnte, sind die Arbeiten auf Antrag der Telegraphenverwaltung zu Zeiten anszuführen, in denen der Telegraphen- bzw. Fernsprechbetrieb ruht.

8. Fehler — d. h. ein schadhafter Zustand — in der Starkstromanlage der Bahn, durch welche der Bestand der Telegraphen- und Fernsprechanlagen oder die Sicherheit des Bedienungspersonals gefährdet werden könnte, sind ohne Verzug zu beseitigen; ausserdem ist der elektrische Betrieb der Bahn im Wirkungsbereich der Fehler bis zu deren Beseitigung einzustellen.

9. Für den Fall, dass die in diesen Bestimmungen vorgesehenen Schutzvorrichtungen sich nicht als ausreichend erweisen sollten, um Gefahren für den Bestand (die Substanz) der Telegraphen- oder Fernsprechanlagen oder die Sicherheit des Bedienungspersonals fernzuhalten, bleibt vorbehalten, jederzeit weitergehende gefahrenpolizeiliche Anforderungen zu stellen.

10. Vor dem Vorhandensein der vorgeschriebenen Schutzvorrichtungen darf das Leitungsnetz auch für Probefahrten oder sonstige Versuche nicht unter Strom gesetzt werden. Von der beabsichtigten Unterstromsetzung ist der Telegraphenverwaltung mindestens drei freie Wochentage vorher schriftlich Mitteilung zu machen. Ferner ist ihr mindestens vier Wochen vorher von der beabsichtigten Inbetriebnahme der Bahn oder einzelner Strecken schriftlich Nachricht zu geben.

Digitized by Google

3. **Preussische Ministerial-Verfügung vom 5. Mai 1904.**

Die Minister des Innern und der öffentlichen Arbeiten haben an die Provinzialbehörden nachstehende Verfügung erlassen: „Durch unseren Erlass vom 13. Eebruar 1901 haben wir Ihnen eine Zusammenstellung derjenigen Schutzmassregeln mitgeteilt, welche die Telegraphenverwaltung zum Schutze ihrer Anlagen bei dem Bau und Betrieb elektrischer Starkstromanlagen — die nicht dem Betriebe von Eisenbahnen dienen — für erforderlich erachtet. Dieser Erlass ist dahin missverstanden worden, als ob er die Polizeibehörden habe verpflichten wollen, die Unternehmer von Starkstromanlagen, die mit Telegraphen- und Fernsprechanlagen konkurrieren, zur „Anerkennung“ der in der „Zusammenstellung“ enhaltenen Forderungen der Telegraphenverwaltung anzuhalten oder ihnen entsprechende polizeiliche Auflagen zu machen. Demgegenüber weisen wir darauf hin, dass nach dem Wortlaute des Erlasses die „Zusammenstellung“ der Schutzmassregeln den Polizeibehörden nur „zur Kenntnis“ hat mitgeteilt werden sollen, dass dieselbe ausgesprochenermassen nur als Anrecht für privatrechtliche „Vereinbarungen“ zwischen dem Unternehmer der Starkstromanlage und der Telegraphenverwaltung gedacht ist, und dass die Herbeiführung privatrechtlicher Vereinbarungen und die Sicherung privatrechtlicher Ansprüche nicht zu den Aufgaben der Polizeibehörden gehört. Das Interesse, welches die Polizeiverwaltung an dem Schutze von Telegraphen- und Fernsprechanlagen gegenüber elektrischen Starkstromanlagen haben kann, erledigt sich jedoch nicht durch das Vorhandensein oder das vorraussichtliche Zustandekommen einer diesen Schutz bezweckenden privatrechtlichen „Vereinbarung“ zwischen dem Unternehmer der Starkstromanlage und der Telegraphenverwaltung. Denn soweit die Polizeibehörden für diesen Schutz zuständig sind, haben sie ihn von Amtswegen zu gewährleisten. Nach der Reichsgesetzgebung beschränkt sich der polizeiliche Schutz der Telegraphen- und Fernsprechanlagen gegenüber anderen elektrischen Anlagen aber auf den allgemeinen Schutz für Leben und Eigentum, also auf den Schutz für den Bestand (die Substanz) der Telegraphen- und Fernsprechanlagen und auf den Schutz für die Sicherheit (Leben und Gesundheit) des Bedienungs-Personals, während der behördliche Schutz des Telegraphen- und Fernsprechbetriebes gegen „störende Beeinflussungen“ durch andere elektrische Anlagen den Gerichten vorbehalten ist. Wir beziehen uns dafür und bezüglich des Begriffes der „störenden Beeinflussungen“ auf unseren, die elektrischen Kleinbahnen betreffenden Erlass vom 9. Februar d. J.

Wir bestimmen deshalb, dass die Polizeibehörden bei der Herstellung von Starkstromanlagen, durch deren Bau oder Betrieb der Bestand vorhandener Telegraphen- oder Fernsprechanlagen oder die Sicherheit des Bedienungspersonals gefährdet werden könnten, von Amtswegen von dem Unternehmer der Anlage die Vorlegung der zur polizeilichen Prüfung des Vorhabens erforderlichen Unterlagen (Plan, Erläuterungsbericht oder dgl.) zu verlangen, über diese die Telegraphenverwaltung zu hören und die zum Schutze der Telegraphen- und Fernsprechanlagen erforderlichen Vorkehrungen durch polizeiliche Verfügung förmlich festzusetzen haben. Dies gilt namentlich von Starkstromanlagen, die öffentliche Wege benutzen oder kreuzen sollen, die bereits von Telegraphen- oder Fernsprechanlagen benutzt oder gekreuzt werden. Die Erörterungen der Polizeibehörden mit der Telegraphenverwaltung und die dem

Digitized by Google

Unternehmer der Starkstromanlage im Hinblick auf die Telegraphenanlagen zu machenden polizeilichen Auflagen haben sich grundsätzlich auf diejenigen Vorkehrungen zu beschränken, die den Bestand (die Substanz) der Telegraphen- oder Fernsprechanlagen, sowie Leben und Gesundheit des Bedienungspersonals zu schützen bestimmt sind. Welche Vorkehrungen hierfür im allgemeinen in Frage kommen, ergibt sich aus unserem oben erwähnten Erlass vom 9. Februar d. Js., insonderheit aus Ziffer 1, 4, 5, 6, 7 und 8 der „Allgemeinen Anforderungen“ daselbst. Ein polizeiliches Interesse, dem Unternehmer der Starkstromanlage die Benutzung oder Mitbenutzung der Erde zur Rückleitung grundsätzlich zu verbieten, liegt nicht vor. Ein solches Verbot kann nur in Frage kommen, wenn und soweit von dieser Installationsform im Einzelfalle tatsächlich Gefahren für Leben und Gesundheit und Eigentum zu besorgen sein sollten (vgl. auch Ziffer 2 der Bemerkungen und Ziffer 3 der Anlage des Erlasses vom 9. Februar d. J.). Die dem Unternehmer zu machenden Auflagen haben sich nicht auf ihren Betrieb (Erhaltung der Schutzvorkehrungen, spätere Veränderungen und Erweiterungen der Anlage, Aufgrabungen u. dgl.) zu erstrecken.

Wenngleich die Telegraphenverwaltung über die dem Unternehmer der Starkstromanlage zu machenden polizeilichen Auflagen zu hören ist, steht ihr ein Mitbestimmungsrecht bezüglich dieser Auflagen nicht zu, da über den Inhalt polizeilicher Verfügungen massgebend nur die Polizeibehörde befinden kann. Im Hinblick auf die Bedeutung der Telegraphen- und Fernsprechanlagen und die besondere Sachkenntnis und Erfahrung der Telegraphenverwaltung ist ihr jedoch Gelegenheit zur Rückäusserung zu geben, falls oder soweit die Polizeibehörde den Anträgen der Telegraphenverwaltung nicht glaubt stattgeben zu können. Ingleichen sind die Forderungen der Telegraphenverwaltung vor der endgültigen Beschlussfassung der Polizeibehörde stets dem Unternehmer der Starkstromanlage zur Erklärung mitzuteilen. Zur Beschleunigung des Verfahrens empfiehlt sich, diese Erörterungen eventuell in kontradiktorischer Verhandlung mit den beiden Teilen zu erledigen. Die dem Unternehmer zu machenden Auflagen sind stets ohne jede Beziehung zu etwaigen zwischen ihm und der Telegraphenverwaltung getroffenen oder zu treffenden privatrechtlichen „Vereinbarungen“ festzusetzen, vollständig in die polizeiliche Verfügung aufzunehmen und als solche zu kennzeichnen, die der Unternehmer der Polizeibehörde gegenüber zu erfüllen hat. Demgemäss sind alle Auflagen zu unterlassen, die den Unternehmer beim Bau und Betriebe der Anlage in irgend einer Form von der Telegraphenverwaltung, insonderheit auch von deren Einvernehmen oder Zustimmung abhängig machen könnten. Das schliesst nicht aus, ihm in einzelnen Beziehungen, beispielsweise bezüglich geplanter Aufgrabungen oder Veränderungen oder Erweiterungen der Anlage u. dgl., eine vorgängige Anzeige an die Telegraphenverwaltung zur Pflicht zu machen. Die Bestimmungen unter Ziffer 9 und 10 der Anlage des Erlasses vom 9. Februar d. Js. sind nach Bedarf entsprechend zu verwerten. Von der polizeilichen Verfügung an den Unternehmer der Starkstromanlage, durch welche ihm besondere Auflagen zum Schutze der Telegraphenanlagen gemacht oder von der Telegraphenverwaltung verlangte Auflagen abgelehnt werden, ist stets eine Abschrift der Telegraphenverwaltung mitzuteilen.

Es ist selbstverständlich, dass bei der polizeilichen Prüfung geplanter Starkstromanlagen nicht bloss der Schutz der Telegraphen- und Fernsprech-

Digitized by Google

leitungen, sondern aller elektrischen Leitungen und aller Interessen wahrzunehmen ist, die durch die Anlage gefährdet werden könnten. Durch diesen Erlass finden unsere Erlasse vom 16. März 1886 und vom 21. Juni 1898 ihre Erledigung."

B. Technische Mitteilungen.

Ueber Abstimmungsversuche mit Tesla-Transformatoren.

Dass nicht nur die Wirkung der Oudin-Resonatoren, sondern auch die der Tesla-Transformatoren an Resonanz gebunden ist, das ist zwar in der elektromedizinischen Literatur noch nicht hervorgehoben worden, ist aber jedem auf diesem Gebiete erfahrenen Praktiker bekannt. Wir richten deshalb die Aufmerksamkeit auf die Mitteilung von Mosler (Elektrotechn. Zeitschrift, 1904, H. 38).

Es ist bei der Tesla-Anordnung mit gewissen Schwierigkeiten verbunden, diejenige Kapazität herauszufinden, für welche die Schwingungszahl des Kondensatorenkreises gleich ist der Eigenschwingung der sekundären Spule. Viel bequemer lässt sich Resonanz, anstatt durch Variieren der Kapazität, durch folgende Abänderung erreichen:

Man wählt einen Kondensator von nicht zu grosser Kapazität oder zwei in Serie geschaltete Leydener Flaschen, die parallel zu den Klemmen des Induktoriums gelegt werden.

An die eine Belegung des Kondensators wird dann eine variable Induktionsspule angeschlossen; M. empfiehlt eine gefirnisste Holztrommel von ca. 30 cm Durchmessser und 40 cm Länge, auf die etwa 20 Windungen von blankem Kupferdraht, 2 mm Dicke, gewickelt sind. Die Stromzuführung geschieht durch eine Bürste nebst Schleifring, die Abnahme durch einen Rollkontakt.

Zunächst beginnt man die Versuche, indem man die ganze Spule einschaltet, dann wird durch allmähliches Drehen der Trommel, wie beim Oudin-Resonator, ein Teil der Spule ausgeschaltet, bis ein lebhaftes Funkensprühen an den sekundären Klemmen des Resonators auftritt. Dabei hängt die Zahl der eingeschalteten Windungen der Trommel von der Grösse des Kondensators resp. der Flaschen ab und steht in umgekehrtem Verhältnisse zu den Dimensionen der letzteren.

Resonanzversuche lassen sich auch so anstellen, dass man den geschlossenen Schwingungskreis, d. h. eine Klemme der primären Teslaspule, nur mit einem Pole der sekundären Teslaspule verbindet; unter Drehung der Trommel lässt sich die Schwingungszahl des geschlossenen Kreises solange variieren, bis Resonanz eintritt, die sich durch lebhaftes Funkensprühen am freien Pole der sekundären Teslaspule zu erkennen gibt.

Digitized by Google

C. Literatur-Bericht.

Ausführliche Referate.

L. Halberstädter. Zur Theorie der Sensibilisierung, und Prüfung einiger Sensibilisatoren. (Münchener medizinische Wochenschrift No. 14, 1904.)

Man versteht in der Photochemie unter dem Namen „optische Sensibilisatoren“ solche Stoffe, welche imstande sind, Silbersalze für die auf sie nur in sehr geringem Masse einwirkenden Strahlen des Spektrums, d. h. rot, orange, gelb, grün, empfindlich zu machen. Um den Vorgang dieser Sensibilisierung zu verstehen, müssen wir uns zunächst klar machen, unter welchen Bedingungen eine Lichtwirkung überhaupt, zunächst bei anorganischen Substanzen, zustande kommt. Für alle chemischen Veränderungen, die unter dem Einfluss des Lichtes eintreten, gilt als Gesetz, das für das Verständnis aller dieser Vorgänge von grosser Wichtigkeit ist: Nur diejenigen Strahlen wirken chemisch auf einen Körper, welche von demselben absorbiert werden. Dies ist das sogen. „photochemische Absorptionsgesetz“. Wenn wir diesen Satz umkehren, so können wir sagen, dass alle Strahlen des Spektrums chemische Wirkungen auslösen können, wenn sie absorbiert werden. Daraus folgt aber, dass es eigentlich nicht richtig ist, im Spektrum chemisch wirksame und chemisch unwirksame Strahlen zu unterscheiden. Diese Bezeichnung rührt daher, dass viele Substanzen, und zwar besonders die Silbersalze, gerade blaue und violette Strahlen absorbieren und daher hauptsächlich unter der Einwirkung dieser Strahlen chemische Veränderungen eingehen. Diese Tatsache ist dann einfach verallgemeinert worden und man hat für alle Substanzen die chemisch wirksamen Strahlen des blauen Endes von den chemisch unwirksamen des roten Endes unterschieden. In dieser Verallgemeinerung ist die Gegenüberstellung aber falsch. Dass die Strahlen des roten Endes chemisch nicht als unwirksam bezeichnet werden dürfen, sondern, wenn sie absorbiert werden, auch chemische Umsetzungen auslösen können, dafür kann als Beispiel das Bleichen von Pflanzenfarbstoffen angeführt werden. Violette Pflanzenfarbstoffe bleichen am schnellsten im grünen, blaue im rotgelben Lichte, d. h. unter dem Einflusse derjenigen Strahlen, die gerade von dem betreffenden Farbstoff am meisten absorbiert werden. In diesem Falle wirken also die Strahlen des roten Endes sehr intensiv.

Silbersalze absorbieren hauptsächlich die Strahlen des blauen Endes, sind also für diese sehr empfindlich, während die Strahlen des roten Endes fast gar nicht auf sie einwirken. Vogel konnte nun für diese Salze zeigen, dass durch Beimengung von Substanzen, welche andere Strahlen des Spektrums absorbieren, eine Empfindlichkeit der Silbersalze auch für diese Strahlen erreicht werden kann, dass also nicht nur die den Silbersalzen eigene Absorption, sondern auch die beigemengter Substanzen eine Rolle spielen kann. Wenn also einem Silbersalz eine Substanz beigemengt wird, die sehr stark z. B. gelbe Strahlen absorbiert, so kann dieses Silbersalz nun gelb-empfindlich werden,

Digitized by Google

d. h. auch unter dem Einfluss der gelben Strahlen sich chemisch verändern. Vogel hat eine ganze Reihe von Stoffen gefunden, welche Silbersalzen zugesetzt, dieselben für diejenigen Strahlen empfindlich machen, welche von den betreffenden Stoffen absorbiert werden, so dass Vogel zu dem Schluss kam: „Wir sind imstande, Bromsilber für jede beliebige Farbe empfindlich zu machen, es ist nur nötig, einen Stoff zuzusetzen, welcher die betreffende Farbe verschluckt."

Durch die Absorption wird aber der Sensibilisator gebleicht. Natürlich wird in dem Masse, wie die Bleichung des Farbstoffs unter der Einwirkung des Lichtes vor sich geht, die Absorptionskraft desselben geringer und damit auch seine sensibilisierende Fähigkeit. Wie sehr die sensibilisierende Kraft unter der Einwirkung des Lichtes abnimmt, zeigt sich aus einer Beobachtung, die Dreyer bei der Sensibilisierung von Infusorien machte. Dreyer hat, um zu zeigen, dass durch die Belichtung in dem Erythrosin keine toxischen Stoffe gebildet werden, Erythrosinlösung zunächst 10 Minuten mit konzentriertem Licht behandelt und dann erst zur Sensibilisierung von Infusorien verwandt. Es zeigte sich dabei, dass bei Belichtung mit der Finsenlampe und vorgeschaltetem Filter von monochromsaurem Kali die mit der vorher belichteten Erythrosinlösung sensibilisierten Infusorien erst nach 70 Sekunden getötet waren, während die mit unbelichteter Lösung sensibilisierten bereits nach 12 Sekunden starben. Dieses Ergebnis ist wohl nur so zu erklären, dass infolge der Lichteinwirkung die Fähigkeit der Absorption in dem Erythrosin herabgesetzt wurde, am schnellsten natürlich für diejenigen Strahlen, die am meisten absorbiert werden, gelb-grün und gelb-orange; das sind zu gleicher Zeit auch diejenigen, für welche Erythrosin am besten sensibilisiert. Dieses Zurückgehen der Sensibilisierungsfähigkeit ist praktisch für uns von grossem Interesse. Einerseits liegt darin ein grosser Nachteil, andererseits wieder ein Vorteil. Der Nachteil besteht darin, dass die Intensität der Lichtwirkung an sensibilisiertem Gewebe nicht mit der Länge der Belichtung in gleichem Masse Schritt hält, sondern dass man zur Erzielung stärkerer Wirkungen viel längere Zeit belichten muss, da während der Belichtung die Sensibilisierung allmählich abnimmt. Der Vorteil aber besteht in folgendem: Wenn eine dickere Gewebsschicht gleichmässig mit der Erythrosinlösung infiltriert ist, so wird naturgemäss in den oberen Schichten ein gewisser Prozentsatz von Lichtstrahlen absorbiert, und zwar gerade derjenigen Lichtstrahlen, für die wir sensibilisiert haben. Während der Belichtung jedoch nimmt durch Bleichung des Farbstoffes, zunächst natürlich in den oberen Schichten, die Absorptionskraft allmählich ab, so dass die Strahlen nun tiefer eindringen und dort wirken können.

H. gibt dann eine kurze Beschreibung einiger Sensibilisatoren, die wir hier unverkürzt wiedergeben:

1. Erythrosin, Eosin-Blaustich, Tetrajodfluoresceïnnatrium (rein von Grübler zu beziehen) fluoresziert in alkoholischen Lösungen wenig, in wässrigen fast gar nicht, bewährt sich nach Eder als bester Sensibilisator für gelb-grün und gelb-orange und ist ein völlig indifferenter Körper.

2. Eosin, Tetrabromfluoresceïnnatrium oder Eosin-Gelbstich, ist ein Derivat des Fluoresceïns, zeigt in verdünnten alkoholischen und wässrigen Lösungen prachtvolle Fluoreszenz, absorbiert hauptsächlich gelb und gelb-grün und sensibilisiert ausgezeichnet für diese Strahlen. Infusorien, Froschzunge, Meerschweinchenhaut, Kaninchenohren lassen sich, wie H. an einer grösseren

Digitized by Google

Anzahl von Versuchen feststellen konnte, ausgezeichnet durch Eosinlösung sensibilisieren. Eosin hat das Sensibilisierungsmaximum mehr im Grün, während Erythrosin weiter gegen Gelb bis ins Orangegelb sensibilisiert (Eder), ausserdem ist die sensibilisierende Kraft des Eosins nach Ruh nur $^1/_4$ so stark wie die des Erythrosins. Da das Eosin ausserdem immerhin eine gewisse Toxizität besitzt, werden wir das kräftiger und für noch penetrierendere Strahlen sensibilisierende Erythrosin vorziehen.

3. Chinolinrot, ein von Jacobsohn entdeckter Farbstoff, ist ein Chinolinderivat, das sich in kaltem Wasser fast gar nicht, in heissem leichter löst, und in verdünnten Lösungen ausgezeichnet fluoresziert. Der Stoff hat eine sehr starke Lichtempfindlichkeit, d. h. er bleicht sehr schnell aus. Er absorbiert gelb-grün und grün und erwies sich als guter photographischer Sensibilisator. Bei Versuchen, die H. mit diesem Stoffe zunächst an Infusorien anstellte, zeigte sich, dass derselbe für diese toxisch wirkt, doch halten sich in Lösungen von 1 : 20 000 die Infusorien immerhin einige Stunden lebend, so dass Belichtungsversuche mit ihnen angestellt werden konnten. In einer Lösung von 1 : 20000 befindliche Infusorien wurden, der Bogenlampe eines Skioptikons ausgesetzt, in einer halben Minute abgetötet. Auch hier blieben die lebenden Infusorien ungefärbt und wurden erst nach der Abtötung rot. Versuche an der Froschzunge zeigten, dass hier die Einwirkung auf die Gefässe etwa ebenso eintritt wie bei Eosin und bei Erythrosin, allerdings mitunter etwas langsamer. Am Kaninchenohr zeigt sich nach 30 Minuten langer Belichtung mit der Finsen-Reyn-Lampe und Filter von monochromsaurem Kali eine Lichtreaktion, bestehend in Schwellung und ödematöser Durchtränkung, die Reaktion trat aber später auf und war weniger intensiv als bei Eosin und Erythrosin.

4. Cyanin oder Chinolinblau ist ein ziemlich giftiger Farbstoff, Infusorien sterben selbst in sehr verdünnten Lösungen in kurzer Zeit. Froschzunge mit Cyaninlösung 1 : 2000 injiziert, ist diffus blau gefärbt. Bei Belichtung im Skioptikon zeigt sich bei 30 Minuten langer Einwirkung keine Veränderung an der Zirkulation. An mit Cyanin sensibilisierter Kaninchenhaut zeigt sich bei Belichtung mit Finsen-Reyn und monochromsaurem Kalifilter eine geringe Lichtreaktion, Cyanin gehört zu den am schnellsten bleichenden Farbstoffen. Der Stoff ist wegen seiner Giftigkeit für lebendes Gewebe praktisch unbrauchbar.

5. Alizarinblaubisulfid, ein in der Photochemie für Rot angewandter Sensibilisator, erwies sich am Froschzungenversuch und am Kaninchenohr bei der oben angegebenen Versuchsanordnung als unwirksam.

Zum Schluss sind noch zwei neuere Sensibilisatoren zu erwähnen, erstens das Aethylrot, das ein vorzüglicher photographischer Sensibilisator sein soll, sich bei Versuchen an Infusorien, Froschzunge und Kaninchenohr als so gut wie unwirksam zeigte, und zweitens Orthochrom T (Höchster Farbwerke); auch dieser Stoff, ein Substitutionsprodukt des vorhergehenden, zeigte sich bei denselben Versuchen als wirkungslos.

Worauf es beruht, dass einige Sensibilisatoren, die für Silbersalze sehr geeignet sind, sich als unbrauchbar für lebende Organismen erweisen, muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, es werden sich aber ebenso sicher andere Farbstoffe finden lassen, die für Silbersalze nicht sensibilisieren, diese Eigenschaft aber für lebende Zellen in hervorragendem Masse besitzen; es lag zunächst nur daran, unter den bisher als gute optische Sensibilisatoren

Digitized by Google

bekannten Stoffen den für unsere Zwecke brauchbarsten herauszufinden, und das ist, wie bereits oben ausgeführt, vorläufig das Erythrosin, indem es für die am stärksten penetrierenden Strahlen am kräftigsten sensibilisiert und absolut indifferent ist.

Neisser und **Halberstädter** (Breslau). Lichtbehandlung nach Dreyer. (Deutsche Medizinische Wochenschrift 1904, No. 8.)

Wir sehen aus Versuchen von Jansen und Busk, dass sich die Penetrationsfähigkeit der einzelnen Spektralfarben gerade umgekehrt verhält, wie ihre Wirksamkeit in bakterizider und entzündungserregender Hinsicht, d. h. dass gerade die wirksamsten Strahlen des blauen Endes nur eine sehr geringe Penetrationskraft haben, während die fast wirkungslosen Strahlen des rot-gelben Endes eine vorzügliche Penetrationskraft besitzen. Aus diesem Grunde ist, wie jetzt leicht verständlich, die Bangsche Lampe, die fast nur ultraviolette Strahlen liefert, therapeutisch nur für alleroberflächlichste Affektionen brauchbar, so gut wie gar nicht für Lupusbehandlung, und aus diesem Grunde gelingt es auch mit der Finsen-Lampe nicht immer, die gewünschte Tiefenwirkung zu erzielen.

Ganz anders würde die Wirkung des Lichtes sein, wenn auch die sehr gut penetrierenden Strahlen rot-gelb auf den Organismus und auf Bakterien dieselbe Wirkung hätten, wie die blauen bis ultravioletten. Wir würden dann eine unvergleichlich grössere und intensivere Tiefenwirkung haben, als dies selbst bei dem stärksten Licht und günstigster Konzentration jetzt der Fall ist. Da kam Dreyer in Kopenhagen auf die geniale Idee, dass man imstande sein müsste, die Gewebe, die überhaupt vom Licht erreicht werden, künstlich in einen Zustand zu versetzen, in dem sie auch für die sonst fast wirkungslosen Strahlen: grün, gelb, orange und rot empfänglich würden, ebenso wie sie normal für die blauen bis ultravioletten Strahlen empfindlich sind. Und zwar ging Dreyer gerade so vor, wie man es mit photographischen Platten bei dem sogenannten „Sensibilisieren“ macht, um sie für grün, gelb, orange und rot empfindlich zu machen. Er imprägnierte mit den in der Photographie unter dem Namen „Sensibilisatoren“ gebräuchlichen Stoffen, hauptsächlich mit Erythrosin, Infusorien, Bakterien und animalisches Gewebe und konnte nachweisen, dass sie nun in diesem sensibilisierten Zustande unter dem Einfluss der sonst so gut wie unwirksamen grünen bis orangefarbigen Strahlen sich ebenso verhielten, als wären sie von ultravioletten Strahlen getroffen. Dreyer hat diese Versuche im April 1903 der dänischen Akademie der Wissenschaften bereits vorgelegt.

Folgender Versuch von Dreyer zeigt deutlich den ganz gewaltigen Unterschied der Wirkung des Lichtes auf Bakterien und Infusorien in sensibilisiertem und unsensibilisiertem Zustande.

Benutzt wurden eine 30 Ampère-Lampe und ein Bergkristall-Konzentrationsapparat. Infusorien (Nassula) und Bakterien (Prodigiosus) befanden sich in einer kleinen Quarzkammer, die mit Wasser gekühlt wurde. Zur Sensibilisierung wurde Erythrosin benutzt, und zwar in einer sehr starken Verdünnung (1:4000), die an sich für diese Bakterien usw. ganz indifferent ist. Um die verschiedenen Strahlen des Spektrums zu prüfen, wurden Filter aus Glas,

Digitized by Google

Nickelsulfatlösung, monochromsaurem Kali und doppeltchromsaurem Kali benutzt, dabei zeigt sich folgendes:

Es werden getötet:

Filter:	Wirksame Strahlen	Infusorien:		Bakterien:	
		sensib.	normal	sensib.	normal
Quarz . . .	gesamtes Spektrum + ultraviolett	10 Sek.	100 Sek.	60 Sek.	80 Sek.
Glas	sichtbares Spektrum	10 „	9 Min.	10 Min.	10 Min.
Nickelsulfat .	rot-orange, gelb, grün, blau	10 „	13 „	10 „	10 „
Monochromsaures Kali .	rot, orange, gelb, gelbgrün	10 „	70 „	15 „	über 4 Std.
Doppeltchromsaures Kali .	rot, orange, gelb-orange,	10 „	110 „	25 „	über 9 Std.

Es gelang nun, auch animalisches Gewebe so zu sensibilisieren, dass sich auf Belichtung mit gelben usw. Strahlen dieselben Entzündungsvorgänge einstellten, wie sie sich nach ultravioletter Belichtung einstellen, und in gleicher Intensität.

Daraus ergibt sich für die Therapie der ausserordentliche Vorteil, dass man jetzt auch eine Lichtbehandlung in der Tiefe der Gewebe vornehmen kann; gerade die gelben und langwelligen Strahlen haben ein ungemeines Penetrationsvermögen; die Sensibilisierung stellt uns also stark penetrierende und zugleich stark wirksame Strahlen zur Verfügung.

Dreyer gelang es, durch ein 4 mm dicke Hautschicht hindurch mit konzentriertem Lichte sensibilisierte Infusorien in 6—7 Minuten zu töten, während unsensibilisierte Infusorien erst durch tagelange Belichtung zugrunde gehen.

Eine 8 Minuten lang mit Finsenlicht ohne Filter bestrahlte Froschzunge zeigt nur in den oberflächlichsten Kapillaren Stase; eine 8 Minuten durch ein Filter von Kalichromat bestrahlte sensibilisierte Froschzunge zeigt Stase in allen grossen und kleinen Gefässen.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor, dass es durch gewisse sensibilisierende Substanzen gelingt, Mikroorganismen und tierische Gewebe für gelbgrüne und gelb-orange Strahlen, die zwar stark penetrieren, aber normalerweise unwirksam sind, ebenso empfänglich zu machen, wie es dieselben Gewebe für die stark wirksamen, aber nicht penetrierenden ultravioletten Strahlen sind. Worauf diese Sensibilisierung beruht, lässt sich physiologisch bisher nicht erklären, und wird wohl auch so lange ungeklärt bleiben, bis es der Photochemie gelingen wird, den Vorgang der Sensibilisierung der Silbersalze zu deuten. Vorläufig kann nur negatives angegeben werden, nämlich:

1. Der Vorgang beruht nicht auf Fluoreszenz, denn es gibt sensibilisierende Stoffe, die nicht fluoreszieren, und fluoreszierende Stoffe, die nicht sensibilisieren.

Digitized by Google

2. Der Vorgang beruht nicht auf Absorption bestimmter Strahlen; denn es gibt eine Anzahl fluoreszierender und nicht fluoreszierender Stoffe, die die gleichen Strahlen absorbieren, wie Erythrosin, aber ohne zu sensibilisieren.

3. Der Vorgang beruht nicht darauf, dass im Sensibilisator während der Belichtung toxische Stoffe gebildet werden. Denn wenn man sensibilisierende Flüssigkeit belichtet und dann Mikroorganismen in dieselbe bringt, so zeigt sich keine Tötung derselben.

Da durch eine in No. 47 der Münchener medizinischen Wochenschrift erschienene Arbeit von Tappeiner und Jesionek über „Therapeutische Versuche mit fluoreszierenden Stoffen" das Interesse auch wieder auf die Wirkung fluoreszierender Stoffe hingelenkt worden ist, muss N. mit einigen Worten auch auf dieses Gebiet eingehen, über welches mehrere, auf Veranlassung von Tappeiner ausgeführte Arbeiten existieren. Danielsohn (Über die Einwirkung verschiedener Akridinderivate auf Infusorien) konnte nachweisen, dass die Giftigkeit verschiedener Akridinderivate für Paramaecien im hellen Tageslicht eine grössere ist, als im Dunklen. Raab (Über die Wirkung fluoreszierender Stoffe auf Infusorien) hat diese Eigenschaft der gesteigerten Giftwirkung auf Infusorien im Licht noch für Harmalin, Chinolinrot und Eosin nachgewiesen.

Jacobson betont ausdrücklich, dass ein fluoreszierender, ungiftiger Körper unwirksam sein müsse und ein giftiger, nicht fluoreszierender ebenfalls. Es handelt sich also hier um etwas ganz anderes, als bei der Dreyerschen Sensibilisierung. Was die Erfolge Tappeiner's bei Belichtung von mit Eosin beschriebenen Flächen angeht, so beruhen sie auf Sensibilisierung, nicht auf Fluoreszenz; T. konstatierte ja selbst, dass Eosin die stärkste Wirkung gibt.

Praktisch wird das Dreyersche Verfahren wahrscheinlich zu einer sehr wesentlichen Modifikation der Finsen-Therapie führen. Das Quarz wird bei jener Methode entbehrlich, an seine Stelle kann Glas treten, und an Stelle der Bogenlampe jede beliebige Lichtquelle; zugleich kann man grössere Flächen auf einmal in Behandlung nehmen, und erreicht in $^1/_4$—$^1/_3$ der Zeit dieselbe Reaktion im sensibilisierten Gewebe, wie mit der Finsenlampe auf unpräparierter Haut.

Daraus würde sich eine sehr wesentliche Vereinfachung und Verbilligung der ganzen Methode ergeben, wozu der Vorteil einer sehr viel grösseren Tiefenwirkung kommt.

Es bleibt dahingestellt, ob die ultravioletten Strahlen ganz entbehrt werden können.

Halberstädter hat in der Neisserschen Klinik Infusorien dem elektrischen Bogenlichte eines Zeiss'schen Projektions-Apparates ausgesetzt; sie zeigten darin noch mehrere Minuten lang lebhafte Bewegung; wurden sie aber in einer $^1/_4$ ‰ Erythrosin-Lösung exponiert, so starben sie in wenigen Sekunden. Im Momente des Absterbens färben sie sich mit Erythrosin. Diesem Phänomen werden wir auch an den Zellen des tierischen Gewebes begegnen. Infusorien, die im Dunklen in einer Erythrosinlösung 1 : 4000 gehalten wurden, lebten noch nach 14 Tagen unbeeinflusst, es handelt sich also bei dem Versuch nicht um eine toxische, sondern um reine Lichtwirkung.

Digitized by Google

Etwas ausführlicher ist auf die Versuche an der Froschzunge einzugehen, da dieselben am besten Aufschluss über die enorme Verschiedenheit der Lichteinwirkung auf sensibilisierte und unsensibilisierte Gewebe geben, und weil die Veränderungen, die unter der Einwirkung des Lichtes an den Gefässen der Froschzunge auftreten, sich auch in ähnlicher Weise an den übrigen sensibilisierten Geweben nachweisen lassen. Es wurde, um den Verlauf der Lichteinwirkung in allen Stadien gut verfolgen zu können, die Froschzunge ebenfalls im Skioptikon dem elektrischen Bogenlicht ausgesetzt, und man konnte auf diese Weise während der Einwirkung des Lichtes alle Veränderungen der Zirkulation am Projektionsschirm verfolgen.

Wird eine unsensibilisierte Froschzunge in dieser Weise belichtet, so kann man nach 30 Minuten langer Belichtung noch keinerlei Einwirkung auf die Zirkulation in derselben wahrnehmen. Auch am nächsten Tage zeigte sich eine vollständig normale Zirkulation in der ganzen Zunge. Um die Zunge zu sensibilisieren, wurde eine 1 $^0/_{00}$ Erythrosinlösung ($^1/_2$ ccm) in den Lymphsack des Rückens injiziert und die ausgespannte Zunge nach etwa einer Stunde zum Versuche verwandt. In sechs Versuchen, die in der angegebenen Weise am Skioptikon ausgeführt wurden, zeigte sich übereinstimmend kurz folgendes: Nach vier bis fünf Minuten war nach anfänglich sehr lebhafter Zirkulation in den Kapillaren beginnende Stase sichtbar, die nach etwa zehn Minuten vollständig ausgebildet war. Gleichzeitig sah man Thromben in den erweiterten grösseren Gefässen vorbeischiessen und auch in diesen die Zirkulation immer langsamer werden. Nach 20 Minuten ist gewöhnlich auch in den grösseren Gefässen vollständig Stase eingetreten und Austritt von roten Blutkörperchen bereits zu sehen. Nach 20 Minuten wurde die Belichtung beendet. Am nächsten Tage zeigt sich dann in dem belichteten Bezirk vollständige Stase sämtlicher Gefässe, reichlich Thromben und vielfach Haufen ausgetretener roter Blutkörperchen, während in den unbelichteten Teilen kaum Änderungen an der Zirkulation wahrnehmbar sind. Auch hieraus geht hervor, dass es sich nur um Lichtwirkung handelt und nicht um toxische Stoffe, die durch die Belichtung gebildet werden, denn sonst müsste natürlich die ganze Zunge dieselben Veränderungen zeigen.

Fast ganz ebenso verhält sich die Zirkulation in der Froschzunge, wenn Eosinlösung $^1/_4$ $^0/_0$ verwandt wurde (fünf Versuche). Dies erklärt sich nur daraus, dass auch Eosin zu den sogenannten „Sensibilisatoren" gehört.

Dagegen sah H. bei der obigen Versuchsanordnung keinerlei Lichtwirkung auf die Froschzunge, wenn er Lösungen von Harmalin und Fluoreszin zur Injektion verwandte. Es sind dies die sehr stark fluoreszierenden Stoffe, die von Tappeiner usw. verwandt wurden; ein weiterer Beweis dafür, dass nicht die Fluoreszenz es ist, welche die Wirkung ausübt.

Um die Einwirkung des Lichts auf sensibilisierte Haut von Warmblütern zu prüfen, machte H. eine Reihe von Versuchen an sensibilisierter Meerschweinchenhaut.

Es wurde zu diesem Zwecke intrakutan (Quaddelbildung) und mehr oder weniger tief subkutan 1 $^0/_{00}$ ige Lösung von Erythrosin injiziert und dann nach 2—4 Stunden mit einer Finsen-Reyn-Lampe 20—60 Minuten belichtet. Bei einem Teile der Versuche wurde unmittelbar oder nur kurze Zeit nach der Belichtung exzidiert, bei einigen 2—4 Tage später. Unmittelbar nach der

Digitized by Google

Belichtung und ebenso in den ersten Stunden zeigt sich weder bei sensibilisierter noch bei normaler Haut irgend eine äusserlich wahrnehmbare Veränderung. Bei den histologischen Untersuchungen der sofort exzidierten Stücke zeigt sich jedoch, dass, während an normaler (weisser) Meerschweinchenhaut nach 20 Minuten langer Belichtung und sofortiger Exzision so gut wie keine Veränderung nachweisbar ist, man an sensibilisierter Haut unter denselben Bedingungen bereits eine deutliche Gefässerweiterung, sowohl in den oberflächlichen, wie auch in den tieferen Schichten (Muskulatur) finden kann.

Wurde von 30 Minuten lang belichteten Stellen eine halbe Stunde später exzidiert, so zeigte sich an der normalen Haut nur ganz geringe Erweiterung der oberflächlichsten Gefässe, an sensibilisierter Haut dagegen starke Erweiterungen der Gefässe, Thrombenbildung und reichlicher Austritt roter Blutkörperchen in das Gewebe bis in die Muskelschicht hinein. Austritt von weissen Blutkörperchen war zu dieser Zeit noch nicht zu konstatieren.

Bei den Tieren, bei denen der Erfolg der Belichtung abgewartet wurde, zeigte sich folgender weiterer Verlauf: Bei unsensibilisierter Haut bildet sich in den nächsten 24—48 Stunden eine leichtere oder stärkere Rötung der Haut, je nach der Länge der Belichtung, und zwar, wie bei jeder Reaktion der Haut auf wirksame Strahlungen (Röntgen, Radium), umso schneller, je intensiver die Bestrahlung war. Bei stärkerer Belichtung tritt später Rissigwerden der Epidermis und Borkenbildung auf; Blasen bilden sich nach Belichtung bei Meerschweinchen nicht. Ein Infiltrat ist in den tieferen Schichten der Haut dabei nie zu konstatieren; selbst wenn man drei- bis viermal dieselbe Stelle 60 Minuten lang belichtet, tritt zwar an der Epidermis eine bis zur Nekrose gesteigerte, aber oberflächliche Wirkung ein.

An sensibilisierten Stellen tritt aber schon nach 3—6 Stunden eine beginnende Infiltration auch in den tieferen Hautschichten ein. Bei intensiverer Bestrahlung (60—70 Minuten) kommt es bis zu einer zirkumskripten Nekrose in dem zentralen Teile der Epidermis. Bei tiefer Injektion der Lösung reicht die Wirkung bis in das unter der Muskelschicht liegende Gewebe. Die Nekrose markiert sich durch rote Färbung der Gewebselemente. Durch Reizung des Peritoneums kann es zu Collaps, ja zum Tode der Tiere kommen.

Es gelang nicht, am Meerschweinchen durch intravenöse Injektion grösserer Mengen von Erythrosinlösung eine allgemeine Sensibilisierung der Haut hervorzurufen.

Eosin gab ganz ähnliche Wirkungen, es ist ihm aber das absolut ungiftige Erythrosin vorzuziehen.

Mit Cyanin fand H. an sich selbst eine erhebliche Sensibilisierung.

An der sensibilisierten menschlichen Haut beginnt die Reaktion schon nach 3—6 Stunden, nach 6—8 Stunden ist schon eine furunkelartige derbe Infiltration zu finden; während bei 70 Minuten dauernder Finsenbelichtung nur eine ganz oberflächliche Reaktion, keine Infiltration der menschlichen Haut auftritt. Es ergibt sich also, dass an sensibilisierter Haut eine Lichtwirkung noch in Tiefen eintritt, in denen sie bei normalen Geweben nie mehr eine Wirkung entfaltet, und zwar schon nach bedeutend kürzerer Belichtung. Auch kann man die Sensibilisierung auf die Tiefe beschränken, ohne gleichzeitige Hautreizung. Letztere Möglichkeit fehlte bei jeder anderen Form der Radiotherapie.

Digitized by Google

Therapeutisch hat die Neissersche Klinik bisher in über 25 Fällen die Dreyersche Methode benutzt, und zwar nicht nur bei Lupus, sondern auch bei tiefer gelegenen tuberkulösen Prozessen: Skrofuloderma, tuberkulösen Lymphdrüsen, Spina ventosa usw. und bei Karzinom der Haut. Über die Resultate, die sich natürlich noch nicht vollständig absehen lassen, wird seinerzeit berichtet werden. Vorläufig aber lässt sich schon aus der Stärke der Reaktion und dem Verlauf derselben annehmen, dass dieselbe energischer und wirksamer zu sein scheint, als bei der Finsenbehandlung.

Verwandt wurden zur Sensibilisierung 1 % bis 1 ‰ Erythrosinlösungen in 0,85 % Kochsalzlösung, die je nach der Art des Falles mit Schleichscher Spritze oberflächlich und so tief, als man eine Lichtwirkung erreichen will, injiziert wurden; nach 2—5 Stunden folgt dann Belichtung mit der Finsen-Lampe 15—20 Minuten lang, eventuell, wenn Nekrose beabsichtigt wird (Karzinom), länger.

Da bisher nur Quarzkonzentrationsapparate zur Verfügung standen, hat H. vorläufig mit Hilfe von Glaskompressorien festzustellen versucht, wie die Reaktion verläuft, wenn die ultravioletten Strahlen fehlen. Die tiefe Reaktion hat sich dadurch nicht merklich verändert, und auch die ganz oberflächliche Reaktion (Rötung, Blasenbildung) ist, wenn es gelang, superfiziell genug zu injizieren, ebenso eingetreten, wie bei Quarzkompressorien, mitunter ist aber diese ganz oberflächliche Reaktion ausgeblieben. Dass ein Unterschied bezüglich der definitiven Heilung dadurch entsteht, ist nicht anzunehmen, wenn man bedenkt, dass bei der Finsenbehandlung mit Sonnenlicht und Glassammelapparaten diese oberflächliche Reaktion auch ausblieb und doch die Resultate nicht schlechter waren, als bei elektrischem Licht und Quarzkonzentrationsapparaten.

M. Rothmann (Berlin). Über elektrische Reizung der Extremitätenregion. (Neurol. Centralblatt, 1904, No. 11.)

Seit der Aufdeckung der elektrischen Reizpunkte an der Grosshirnrinde durch Fritsch und Hitzig ist die Diskussion über einzelne strittige Punkte nicht zur Ruhe gekommen. In neuester Zeit standen im Vordergrund des Interesses vor allem die Leitungsbahnen, die den Reiz von der Grosshirnrinde zum Rückenmark übertragen. Vortr. bespricht die von Starlinger, Probst und ihm selbst hier festgestellten Wege. Beim Hund ist es nach den übereinstimmenden Ergebnissen von Probst und dem Vortr. lediglich die Bahn über das Monakowsche Bündel, die neben der Pyramidenbahn der elektrischen Reizung offen steht. Gegenüber ihrer Annahme, dass hier eine Leitung von der Rinde über den Thalamus opticus und roten Kern besteht, hat Lewandowski neuerdings die Behauptung aufgestellt, dass die extrapyramidale Leitung von der Extremitätenregion direkt zur Brücke, von hier zur gekreuzten Kleinhirnrinde, dann zum Corpus dentatum und nun erst durch den Bindearm zum gekreuzten roten Kern und durch das Monakowsche Bündel zum Rückenmark gelangen soll. Vortr. betont demgegenüber, dass die corticofugale Verbindung der Extremitätenregion mit dem Thalamus opticus an Affen, Hunden und Katzen auf Marchipräparaten deutlich nachweisbar ist, dass ferner nach kaudalen Thalamusdurchschneidungen eine Einstrahlung degenerierter Fasern in die

Digitized by Google

Umgebung des roten Kerns und zum Teil sogar in denselben hinein vorhanden ist. Probst ist es aber auch gelungen, in einem Fall von Halbseitendurchtrennung des Vierhügels nachzuweisen, dass bei Durchtrennung des Bindearms und der Pyramidenbahn der elektrische Reiz von der Hirnrinde auf dem Wege weniger erhaltener Fasern des Monakowschen Bündels das Rückenmark erreichen kann. Auch erscheint die Annahme, dass das Brachium conjunctivum eine motorische Bahn darstellt, nach den anatomischen Verhältnissen sehr unwahrscheinlich. So sehr auch der Nucleus ruber unter dem Einfluss des Kleinhirns steht, er besitzt doch eine corticofugale motorische Verbindung mit der Grosshirnrinde über den Thalamus opticus. Bei der Katze betritt der elektrische Reiz in geringem Grade auch die Vorderstrangbahnen; so konnte Vortr. bei einer Katze, der beide Hinterseitenstränge in der Höhe des 3. Halssegmentes durchschnitten waren und die eine Extremitätenregion exstirpiert war, 4 Monate später von der anderen Extremitätenregion bei etwa 90 mm. R.-A. deutliche gekreuzte Reizung erzielen. Damit ist der Übergang zum Affen gegeben. Bei letzterem hat Vortr. bereits früher festgestellt und neuerdings wiederholt bestätigt, dass nach Ausschaltung der Pyramidenleitung nur ein kleines Gebiet in der vorderen Zentralwindung entsprechend der Lokalisation der Hand- und Fingerbezw. der Fuss- und Zehenbewegung erregbar bleibt. Da nun jetzt nach den Versuchen von Grünbaum und Sherrington vielfach angenommen wird, dass beim anthropomorphen Affen und beim Menschen auch normaler Weise nur die vordere Zentralwindung elektrisch erregbar ist, so bespricht Vortr. zunächst die normalen Reizungsverhältnisse der Extremitätenregion beim niederen Affen (verschiedene Macacusarten) und betont, dass bei denselben in der Regel nicht nur von der vorderen Zentralwindung, sondern auch von der hinteren Reizeffekte an den gekreuzten Extremitäten bei schwachen Strömen zu erzielen sind, ja dass der Daumen bisweilen überhaupt nur von der hinteren Zentralwindung, mitunter von letzterer mit geringerer Stromstärke als von der vorderen reizbar ist. Aber auch Bewegungen der Finger, des Handgelenkes, auch höher gelegener Armpartien sind in wechselnder Ausdehnung und Intensität in der Regel von der hinteren Zentralwindung zu erzielen, wenn dieselbe dabei auch hinter der vorderen zweifellos zurücksteht. Den besten Beweis für die direkte Reizbarkeit der hinteren Zentralwindung gibt aber ein Fall, wo nach partieller Seitenstrangdurchschneidung und Exstirpation des erregbaren Gebietes der vorderen Zentralwindung beim Affen die 3 Monate darauf ausgeführte Reizung der hinteren Zentralwindung Bewegungen von Daumen, Fingern und Unterarm des gekreuzten Armes, allerdings bei 60 R.-A. ergab. In diesem Fall war jede Reizübertragung auf die vordere Zentralwindung ausgeschlossen.

Die weiteren Versuche des Vortr. am Affen zeigen nun, dass eine Durchschneidung von Pyramidenbahn und Monakowschem Bündel im 3. Halssegment die Reizung der Extremitätenregion nicht aufhebt, ja dass das erregbare Gebiet der vorderen Zentralwindung sogar etwas umfangreicher ist, als nach doppelseitiger Durchtrennung der Pyramidenbahn in der Kreuzung. Erst völlige Durchtrennung von Seiten- und Vorderstrang hebt die gekreuzte Reizung mit Ausnahme der des Schwanzes auf. Beim Affen geht also der elektrische Reiz in beschränkten Grenzen auch durch den Vorderstrang. Wenn wir zum Schluss kurz die Frage streifen, in welchen Beziehungen unter normalen Verhältnissen die Pyramidenbahnen und die extrapyramidale Leitung zu einander

Digitized by Google

stehen, so überwiegt hier zweifellos die Pyramidenleitung. Denn bei Ausschaltung der Pyramidenbahnen und sekundärer Ausschaltung der noch erregbaren Rindenpartien der Armregion bleibt eher ein Rest isolierter Bewegungen der vorderen Extremitäten erhalten, als wenn man zuerst die Rindenpartien exstirpiert und erst nach annähernder Restitution der Bewegungen die Pyramidenausschaltung folgen lässt. Im ersten Falle haben die extrapyramidalen Bahnen Zeit gehabt, die Leitung in vollkommener Weise zu übernehmen, im zweiten Fall haben offenbar bis zur Pyramidenausschaltung die Pyramiden im wesentlichen die Leitung besorgt und sind nun bei geschädigter Extremitätenregion und nicht ordentlich eingeübten extrapyramidalen Bahnen nicht sogleich zu ersetzen.

Was endlich die einschlägigen Verhältnisse beim Menschen betrifft, so ist hier wie beim Affen die elektrische Reizung und die Funktion der Extremitätenregion in keiner Weise identisch. Es findet sich oft Unerregbarkeit einzelner Stellen für den faradischen Reiz bei intakter Funktion und umgekehrt, wie eine Beobachtung von Fedor Krause lehrt: Erhaltensein der elektrischen Reizung bei vollkommener Lähmung. Über den Anteil der einzelnen Leitungsbahnen an der Übertragung des elektrischen Reizes wird sich vielleicht nur auf der Grundlage von Versuchen am anthropomorphen Affen für den Menschen genaue Kenntnis gewinnen lassen. (Autoreferat.)

Müller. Die Passivität der Metalle. (Vortrag a. d. Versammlung der deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie. Bonn, 13. Mai 1904.)

Müller sucht die Passivität der Metalle mit Hilfe der Elektronentheorie zu erklären. Bekanntlich nimmt die Elektronentheorie an, dass die positiven Elektronen im Metall an Metallatome gebunden sind, während die negativen Elektronen frei beweglich sind, so dass letztere den Stromtransport im Metall übernehmen. Macht man nun ein Metall zur Anode, so werden durch den Verbindungsdraht negative Elektronen herausgesaugt, und damit das Metall neutral bleibt, müssen positive Elektronen in Form von Metallionen in die Lösung hinein gehen. Man kann sich die negativen Elektronen im Metall denken durch eine Dissoziation der Form



Durch das Herausgehen der negativen Elektronen wird das Gleichgewicht gestört, und die Metallatome nehmen mehr positive Elektronen auf, d. h. erhalten eine grössere Wertigkeit; deshalb gehen die Metalle anodisch gerne mit möglichst grosser Wertigkeit in Lösung. Nun kommt es darauf an, mit welcher Zähigkeit das Metall die positiven Elektronen festhält. Ist die Zähigkeit keine sehr grosse, so gehen überhaupt keine Ionen in Lösung, sondern das Metall sendet die Elektronen frei in Lösung hinein, wo sie Oxidationswirkungen ausüben, d. h. das Metall wird passiv. Umgekehrt ist es an der Kathode. Dort kommen negative Elektronen durch den Leitungsdraht heran, dort wird die Dissoziation zurückgedrängt, die Anzahl vorhandener, positiver Elektronen wird kleiner und

Digitized by Google

das Metall nimmt einen Zustand an, in dem es, falls es gleich darauf zur Auflösung gezwungen wird, Ionen von möglichst kleiner Wertigkeit aussendet, d. h. es wird aktiv. Daher kommt es, dass Metalle meist aktiv werden, wenn sie Anode sind. Eisen wird aber auch passiv, wenn es in gewisse Flüssigkeiten, z. B. Salpetersäure, eingetaucht wird. Da nimmt Verfasser das Vorhandensein von Lokalströmen an, und es kommt nur auf die depolarisierende Kraft des Lösungsmittels an, welche von beiden Wirkungen, die kathodisch aktivierende oder die anodisch passivierende das Übergewicht hat. — In der Diskussion wurde mitgeteilt, dass auch anorganische, nichtleitende Stoffe passivieren können, z. B. wird Chrom in Chinon leicht passiv. Ferner wurde mitgeteilt, dass es eine sehr grosse Anzahl von Metallen gibt, die solche Aktivierungserscheinungen zeigen, z. B. Chrom, Mangan, Eisen, Molybdän, Wolfram, Niob, Kobalt und Vanadium. Muthmann hat bemerkt, dass alle diese Metalle durch Abschleifen der Oberfläche aktiv werden, glaubt daher, dass die Passivität darauf zurückzuführen ist, dass Sauerstoff in der Oberfläche gelöst ist. Es kann aber, wie Müller dagegen betont, eine solche Legierung von Eisen und Sauerstoff kein sehr viel anderes Potential haben als Eisen selbst. Sie würde also die grossen Potentialverschiedenheiten zwischen aktivem und passivem Zustand nicht erklären können.

M. Bernhardt (Berlin). Über magnetelektrische und sinusoïdale Ströme vom elektrodiagnostischen Standpunkt. (Neurolog. Centralblatt, 1904, Nr. 15 und 16.)

Über die physiologischen Wirkungen der magnetelektrischen Ströme auf die Sinnesorgane, speziell das Auge, hat Duchenne in der 3. Auflage seines berühmten Werkes: „De l'Électrisation localisée" [1]) folgende Angaben gemacht:

Bei seinem magnetelektrischen Apparat mit zwei Rollen gibt nach ihm die zweite Rolle eine deutlichere Lichtempfindung als die erste, und zwar überall von allen Punkten des Gesichtes aus bei sehr schwachem Strom. Bei Anwendung der zweiten Spirale des voltaelektrischen Stromes, d. h. faradischen, muss derselbe viel stärker sein; es gelingt da weiter die Hervorrufung der Lichtempfindung nur von den Austrittspunkten des Trigeminus her oder bei Ansatz der Elektroden auf die Augäpfel. Das Lichtbild ist blasser.

Schon E. Baierlacher bemerkte, dass der Unterschied der Duchenneschen Ströme erster und zweiter Ordnung nur in dem veränderten Leitungswiderstand der Spiralen bestehe und dass man durch die Anwendung verschiedener Induktionsrollen, wie sie Stöhrer auf Verlangen seinen Apparaten beifügt, zu ganz demselben Resultat gelangen kann.

Im Juni 1901 machte d'Arsonal die erste Mitteilung über einen Galvanographen und eine Maschine, welche sinusoïdale Ströme produziert.

Den sinusoïdalen Strom erzeugte d'Arsonval (1891) durch einen vor den Polen eines Elektromagneten rotierenden ringförmigen Magneten. Bernhardt macht darauf aufmerksam, dass die Helmholtzsche Vorrichtung am Duboisschen Schlitten schon gestattet, sinusoïdale Ströme zu erzeugen oder doch die Ungleichheiten der Schliessungs- und Öffnungs-Induktions-Ströme auszugleichen.

---

[1]) Paris 1872, S. 23.

Digitized by Google

B.s Versuche, mit volta-elektrischen, mit der H.schen Vorrichtung versehenen Induktionsströmen in Fällen von kompleter oder partieller Entartungsreaktion besondere Resultate zu erzielen, sind bisher negativ ausgefallen.

Ferner liegen einige Versuche von Tripier aus dem Jahre 1891 vor. Setzt man beide Elektroden auf die Augen, so erhält man selbst bei sehr langsamem Gang des Apparates Phosphene, Lichterscheinungen, welche an das Aussehen einer Leopardenhaut erinnern. Tripier glaubt daher, dass, wenn man die Hervorrufung derartiger Lichterscheinungen vermeiden will, man sich noch mehr wie der galvanischen und der hochgespannten Induktionsströme dieser magnetelektrischen zu enthalten habe. Seine Versuche, auf das Gehörorgan zu wirken, hatten keinen andern Erfolg, als bei schwachen Strömen nichts, bei stärkeren einen vielleicht durch die Anordnung bedingten einseitigen Schmerz im Ohr zu bewirken.

Durch die Einrichtung grosser Zentralen, welche entweder Wechsel- oder Gleichstrom erzeugen, ist die Beschaffung von sinusoïdalen Wechselströmen oder sinusoïdalen Gleichströmen für den ärztlichen Gebrauch wesentlich erleichtert und vervollkommnet worden. Ein von einer Wechsel- oder Drehstromzentrale gelieferter Strom entspricht vollkommen den Bedingungen, welche zur Erzeugung von sinusoïdalen Wechselströmen nach d'Arsonval gefordert werden.

In Berlin muss Gleichstrom durch einen Gleichstrom-Wechselstromformator in einen sinusoïdalen Wechselstrom umgewandelt werden, durch Anbringung von drei Schleifringen, die mit entsprechenden Ankerwindungen leitend verbunden sind, auf der Axe eines Gleichstrom-Motors, während ein mit der Axe rotierender Kommutator undulierenden Gleichstrom abzunehmen gestattet. B. erwähnt dabei nicht, dass die Anbringung von zwei Schleifringen die Abnahme von Einphasen-Wechselstrom gestattet, während seine Anordnung einen Dreiphasenstrom liefert, wie ihn eine bekannte Richtung in der Therapie der Herzleiden verwendet. Er bildet den dem letztgenannten Zwecke dienenden Apparat ab, zu dem dann bekanntlich drei Schlittentransformatoren gehören.

Man vermisst in der so bemerkenswerten Arbeit auch den Hinweis auf die Wiensche Wechselstrom-Sirene, die fast ideale Sinus-Stromkurven liefert und deshalb besser zu diagnostischen Untersuchungen passt, als der von einem reinen Sinus-Strom doch stark verschiedene Dreiphasen-Strom des von B. verwendeten Transformators.

B. beschreibt dann einen 7-drähtigen Stöpsel-Kontakt (Verbindungskamm) zur bequemen Verbindung und Lösung zwischen dem Schleifring-Transformer und den drei Schlitten-Transformatoren, und eine Schaltvorrichtung, um nach Belieben undulierenden Gleichstrom und Sinus-Wechselstrom abzunehmen.

In eingehenden Versuchen hat sich B. mit den quantitativen Beziehungen der von dieser Vorrichtung gelieferten Ströme befasst.

Er fand bei mittlerer Tourenzahl des Motors bei drei verschiedenen Rollenabständen des Schlittentransformators 2, — 3,5, — 4 Volt Spannung des undulierenden Gleichstroms; bei maximaler Tourenzahl: 4, — 5, — 11 Volt.

Höhere Spannungen (14—34 Volt) wurden erzielt, wenn die beiden Spulen des oberen Transformatorschlittens ganz, die des darunter befindlichen verschieden weit über einander geschoben wurden. Bei geringer Tourenzahl war die Stromstärke des undulierenden Gleichstroms, wenn die Haut

Digitized by Google

mittels mittlerer feuchter Elektroden eingeschaltet wurde, 2 m. A., die des Sinus-Wechselstroms 4 m. A.

Man vermisst in den nun folgenden diagnostischen Auseinandersetzungen den Hinweis darauf, dass nicht nur die Intensität, sondern auch die Wechselzahl den Reizeffekt bestimmt. Nun ist der konstitutionelle Fehler der von B. verwendeten Vorrichtung, dass bei derselben die Intensität sich nur durch Änderung der Tourenzahl, d. h. zugleich mit der Reizfrequenz, variieren lässt, während zu einer vollständigen Analyse beide Grössen unabhängig von einander variierbar sein müssen. Trotzdem sind seine Feststellungen sehr bemerkenswert. Er sagt darüber:

„Nimmt man eine grössere Elektrode in die Hand und setzt die andere kleinere in die Nähe des Auges einen bis zwei Zentimeter vom äusseren Augenwinkel entfernt auf, so erzeugt man ein eigentümliches, bei geschlossenen Augen noch besser als bei offenen wahrzunehmendes Flimmern, welches an das Bild einer gefleckten Tierhaut, wie es Tripier beschrieb, erinnert; bei etwas stärkeren Strömen tritt dazu, wie ich fand, eine kreisrunde weissliche Scheibe, die sich alsbald nach aussen hin zu entfernen scheint. Sowohl das Flimmern wie das Auftreten der leuchtenden weissen Scheibe verstärkt sich, je näher dem Auge die Elektrode angesetzt wird.

„Alle diese Erscheinungen treten auch bei Benutzung des sinusoïdalen Wechselstroms auf, sind aber stärker als beim sinusoïdalen Gleichstrom. Derartige Einwirkungen auf das Sehorgan habe ich weder mit sekundären (wohl aber mit Helmholtzschen) noch mit primären voltaelektrischen Stömen hervorrufen können: auch gelang es nie, mit den eben genannten Strömen bei Applikation der Elektroden am Gesicht Geschmacksempfindungen auszulösen, was bei mässiger Stromstärke mit sinusoïdalen Strömen unschwer gelingt.“

(Schluss folgt.)

Chronik.

Aus Versammlungen und den Vereinen.

76. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, Breslau, 18—24. September 1904. Sektion XXI (Neurologie und Psychiatrie), gemeinschaftliche Sitzung mit der Abteilung für Augenheilkunde.

Privatdozent Dr. **Ludwig Mann** (Breslau) berichtet über elektrotherapeutische Versuche bei Sehnervenerkrankungen, die er in Gemeinschaft mit dem Assisstenten der Augen-Klinik, Herrn Dr. Paul, angestellt hat.

Er versuchte zunächst nachzuweisen, ob die Galvanisation des kranken Sehnerven unmittelbar während und nach dem Durchpassieren des Stromes eine Besserung der Sehfunktion zur Folge hat. Auf Grund von Erfahrungen, die man in den letzten Jahren an anderen Nervenkrankheiten gemacht hat, benützte er bei diesen Versuchen viel höhere galvanische Stromstärken, wie

Digitized by Google

es bisher bei Behandlung des Sehnerven üblich war. Durchschnittlich wurde ein Strom von 10 M.-A. verwendet und derselbe teils in der Quer-, teils in der Längsrichtung durch den Sehnerven passieren gelassen. Dabei ergab sich als ein fast ausnahmsloser Befund, dass während der Stromdauer sowohl die zentrale Sehschärfe sich hob, als auch der Farbensinn sich besserte und in vielen Fällen auch eine Erweiterung des Gesichtsfeldes resp. eine Verkleinerung von Skotomen nachweisbar war. Die Besserung der Sehfunktion trat erst einige Minuten nach dem Stromschluss hervor, nahm mit der Dauer der Stromeinwirkung noch zu und war auch geraume Zeit nach der Unterbrechung des Stromes noch nachweisbar.

Als beste Anordnung bewährte sich einmal die Längsleitung mit aufsteigendem Strom und dann die Querleitung mit der Kathode auf der Seite des zu behandelnden Auges. Die untersuchten Fälle waren teils neuritische, teils tabische, teils arteriosklerotische Atrophien. Es wurden ferner auch Fälle von retrobulbärer Neuritis und Intoxikations-Amblyopie untersucht.

Über die dauernd therapeutischen Erfolge, die sich mit der Methode bei diesen Krankheiten event. erzielen lassen werden, kann Vortragender sich vorläufig noch nicht ganz bestimmt aussprechen. Die wenigen Fälle allerdings, die von ihm bisher systematisch längere Zeit behandelt werden konnten, zeigten eine stetig zunehmende Besserung. Besonders bemerkenswert war ein Fall von arteriosklerotischer Atrophie, dessen Sehschärfe sich in einer Behandlungszeit von einem Monat von $^1/_{40}$ auf $^1/_5$ hob. Natürlich wird man aber erst an der Hand einer sehr grossen Reihe von Fällen ein definitives Urteil über die therapeutische Wirksamkeit fällen können.

Zunächst genügt es dem Vortragenden, die theoretische Grundlage beigebracht zu haben, auf welcher in rationeller und erfolgversprechender Weise therapeutische Versuche angestellt werden können. Nach allgemeinen Erfahrungen, die man auf anderen therapeutischen Gebieten gemacht hat, kann man annehmen, dass eine Methode, durch die unmittelbar eine nachweisliche, wenn auch zunächst nur vorübergehende Funktionssteigerung des behandelten Nerven herbeigeführt wird, schliesslich bei regelmässig wiederholter Applikation zu einer dauernden Besserung der Funktion zu führen imstande sein wird. Vortr. glaubt daher, durch seine Versuche eine Basis gegeben zu haben, auf welcher man mit Aussicht auf Erfolg an die galvanische Behandlung der Sehnervenerkrankung herangehen kann.

Es sei noch erwähnt, dass der Vortragende nicht nur durch die Sehprüfung, sondern auch durch Prüfung mit elektrischen Reizen die anregende, resp. erregbarkeitssteigernde Wirkung der Galvanisation nachgewiesen hat. Er benützte dazu die Methode der Kondensatorentladung, mit welcher man einen ausserordentlich präzisen Schwellenwert für die Reizung des Sehnerven feststellen kann. Es ergab sich, dass regelmässig während der Galvanisation des Sehnerven die Erregbarkeit für den Kondensatorreiz anstieg, und dass diese Erregbarkeitssteigerung auch noch geraume Zeit nach Aufhören des galvanischen Stromes nachweisbar war.

Digitized by Google

Zeitschrift für Elektrotherapie

und die physikalischen Heilmethoden.

Band VI. 1904. Heft 10.

A. Abhandlungen.

II.

Funkenlänge und Röntgenlichtintensität.

Von Prof. **J. K. A. Wertheim-Salomonson**, Amsterdam.

Wird bei einem bestimmten Induktorium die primäre Stromstärke vergrössert, dann nimmt dabei die sekundäre Funkenlänge regelmässig zu, und zwar herrscht dabei, wie Walter[1]) gezeigt hat, eine nahezu vollkommene Proportionalität. In welcher Weise ändert sich die Intensität des Röntgenlichts, wenn man Entladungen von regelmässig zunehmender Intensität durch eine Röntgenröhre schickt? A priori lässt sich hier keine Angabe machen. Wird namentlich die Stromstärke in der primären Rolle vergrössert, so nimmt dabei die Quantität Elektrizität, die in der sekundären Rolle in Bewegung gesetzt wird, proportional mit der Stromstärke im Augenblick der Unterbrechung zu. Zu gleicher Zeit nimmt die an den sekundären Klemmen verfügbare Energie quadratisch zu, d. h. ein zweimal grösserer primärer Strom entspricht einer zweimal grösseren Quantität und einer viermal grösseren Energie. Ist nun die Röntgenröhre ein Energie-Transformator oder ein Quantitäts-Transformator? Verhält sie sich wie ein Elektrodynamometer oder wie ein ballistisches Galvanometer? Ist dieselbe einem metallischen Widerstande oder einem Voltameter gleich zu stellen? Da die Quantität der Elektrizität zunimmt, können eine grössere Anzahl Elektronen gegen die Antikathode geschleudert werden, wobei die einzelnen Ätherwellen an Zahl zunehmen werden. Ausserdem wird auch die Intensität der einzelnen Wellen eine mutmasslich grössere sein, wenn namentlich die Elektronenzahl eine beschränkte ist und daher eine grössere Spannung erforderlich ist, um die gesamte Elektrizitätsmenge, welche der Kathode zugeführt wird, namentlich am Ende der Entladung, auszunützen. Voraussichtlich können wir nur sagen, dass im allgemeinen die Intensität des Röntgenlichts wächst, wenn die primäre Stromstärke zunimmt, ohne dass wir wissen, in welcher

[1]) Walter. Wiedemann's Ann. Bd. 62, S. 300—322.

Digitized by Google

Weise dies geschieht. Jedenfalls dürfte es wahrscheinlich sein, dass die Durchdringbarkeit der ausgesandten Strahlen wachsen wird, wenn die Funkenlänge der Einzelentladungen zunimmt. Mit einer Härteskala von Benoist, Wehnelt oder Walter lässt sich die letztere Tatsache sehr leicht demonstrieren: etwas leichter bei Betrieb des Induktors mit einem Motorunterbrecher als bei dem Wehneltunterbrecher.

Um einige Gewissheit zu bekommen über das Anwachsen des Röntgenlichts bei Vergrösserung der primären Stromstärke habe ich einige Versuche angestellt, bei denen mich Herr cand. med. et chem. Wolff in freundlichster Weise unterstützt hat.

Von einem Motorunterbrecher wurde der Motor losgekuppelt und die Unterbrechungen wurden mit der Hand ausgeführt. Durch Einschaltung von Widerstand in den Hauptstromkreis wurde die Stromstärke auf einen bestimmten Betrag gebracht und dabei die sekundäre Funkenlänge gemessen. Dieselbe wurde allmählich durch Ausschalten von Widerstand erhöht und zwar zwischen den Grenzen von etwa 15 bis 50 cm. Bei jeder Stromstärke und Funkenlänge wurden eine bestimmte Anzahl Unterbrechungen durch eine Röhre geschickt, welche aus der konstanten Entfernung von 30 cm eine photographische Platte bestrahlte. Dieselbe war mit einer 4 mm dicken Bleiplatte bedeckt, in der ein viereckiges Loch geschnitten war. Nachdem erst bei z. B. 100 Entladungen von 15 cm Funkenlänge ein Teil der Platte durch das Loch hindurch bestrahlt worden war, wurde dieselbe verschoben und jetzt ein anderer Teil der Platte dem Röntgenlicht ausgesetzt, wobei vielleicht 80 Unterbrechungen von 20 cm Funkenlänge zur Verwendung kamen. Hiernach wurde wieder die Platte verstellt und ein neuer Teil derselben wurde etwa 60 Entladungen von 25 cm Funkenlänge ausgesetzt usw. bis zuletzt eine Funkenlänge von 45—50 cm erreicht war. Die Platte war dabei in zwei Lagen von dünnem, schwarzem Papier eingeschlagen.

Nach Entwickelung zeigte die Platte einige geschwärzte Felder in der Grösse von 3×3 cm, die also herrührten von verschieden zahlreichen Entladungen von wachsender Funkenlänge.

Um Irrtümern vorzubeugen wurde bei den Versuchen jedes Feld sogleich durch Auflegen von Schrotkörnern bezeichnet. Die Zahl der Entladungen wurde herabgesetzt, wenn die Funkenlänge stieg, damit die Schwärzung für sämtliche Felder eine möglichst gleiche war.

Für diese Versuche wurde immer die Hälfte einer Platte 13 × 18 benutzt. Die andere Hälfte wurde in einem Röhrensensitometer nach Vogel beleuchtet von einer genau kalibrierten Glühlampe von 16 Kerzenstärke, welche öfters in ihrer photographischen Wirkung mit der Hefner-

Digitized by Google

lampe verglichen worden war. Beide Hälften wurden zu gleicher Zeit in derselben Schale mit demselben Entwickler übergossen, blieben gleichlange im Entwickler und wurden auch gemeinschaftlich fixiert.

Nach dem Trocknen hatten wir zwei Negative, die jetzt verglichen werden konnten. Die Ausmessung der Negative geschah mit dem Martensschen Photometer.

Ich möchte an dieser Stelle auf eine Schwierigkeit, die sich bei der Ausmessung photographischer Platten bemerklich machte, hinweisen. Wird die Messung auf einem gewöhnlichen Photometerbande mit Lummer-Brodhunschem Würfel gemacht, so ergeben sich erhebliche Differenzen in den Zahlen für die Schwärzung, je näher die Platte der Öffnung des Photometerkopfes gebracht wird, und zwar nimmt die Schwärzungszahl ab, wenn das Negativ dem Photometerkopf genähert wird, während man bei Rauchglasplatten einen derartigen Unterschied nicht findet. Ich fand eine Erklärung für diese Erscheinung bei W. de Abney[1]), der zeigt, dass es sich bei der Lichtdurchlässigkeit photographischer Platten handelt um rein durchfallendes Licht und um diffus von den Silberteilchen reflektiertes Licht. Je näher man mit dem Negativ zu dem Photometerkopfe kommt, je mehr diffus-reflektiertes Licht gerät in den Kopf, und um so geringer wird die scheinbare Absorption, also die Schwärzung. Wenn man konstante Resultate erhalten will, muss man das Negativ fest gegen eine Mattscheibe drücken und mit der Mattglas-Seite zum Photometer gewendet die Messung ausführen, wobei Mattglas und Photometer unverrückbar gegen einander aufgestellt sind. Bei dem Weberschen Photometer kann man das Negativ unmittelbar an die μ-Platte andrücken.

Durch Vergleichung der Schwärzungen der Schicht auf den beiden Hälften der Platten konnte jetzt bestimmt werden, wie gross die Lichtmenge (in Sekunden-Meter-Kerzen) war, die der bei jeder Reihe von Entladungen hervorgerufenen Schwärzung entsprach.

Eine vorläufige Untersuchung diente dazu, die Röhrensensitometer-Werte zu bestimmen. Dazu wurde eine Platte von 9×12 in zwei Teile geschnitten. Auf der ersten Hälfte wurde eine Expositionsskala angefertigt, indem wir Teile derselben während genau bestimmter Zeitdauer dem Lichte einer nackten Hefnerlampe in genau 2 Meter Entfernung aussetzten. Die Expositionsdauer betrug dabei 3, 6, 9 und 12 Sekunden, wobei also $^3/_4$, $1^1/_2$, $2^1/_4$ und 3 Sekunden-Meter-Kerzen eingewirkt hatten. Die andere Hälfte in dem Sensitometer wurde während 60 Sekunden von der

[1]) Captain W. de Abney. Density of negatives. Journal of the Camera-Club. Nov. 1890. Vol. IV. p. 191—193.

Digitized by Google

16kerzigen Glühlampe aus 2 Meter Entfernung bestrahlt. (Klemmenspannung 109,5 Volt.) Die Löcher in jedem Fache des Sensitometers nahmen an Anzahl und Grösse in arithmetrischer Progression zu: also 1, 2, 4, 8, 16, 32 usw. Die Expositionsdauer war so bemessen, dass immer nur die Fächer 1—16 verwendet wurden, wo die Löcher mit demselben Bohrer hergestellt waren, und nur an Zahl zunahmen.

Nach der Ausmessung der in dem Sensitometer enthaltenen Negative wurde die Lichtintensität in Fach 1, bestrahlt von der Glühlampe von 16 Kerzen aus 2 m Entfernung während 60 Sekunden, äquivalent befunden mit 0,596 Sekunden-Meterkerzen, während die Werte der nächstfolgenden Fächer jedesmal 2 mal grösser waren.

Bei den definitiven Versuchen wurde immer ein Feld des Röntgennegativs direkt verglichen mit demjenigen Felde des Sensitometer-Negativs, welches dem ersteren möglichst gleich war. Bei der Berechnung wurde mit Hilfe der in dieser Weise ermittelten Zahlen durch einfache Interpolation die tatsächlich stattgefundene Belichtung berechnet. Hierbei wurde also vorausgesetzt, dass die Absorption und die Belichtung einander proportional verliefen. Es fragt sich, ob diese Voraussetzung statthaft ist. Wir dürfen diese Frage unbedingt bejahen. Sämtliche Expositionen waren im Bereich der „korrekten Exposition“ ausgeführt, d. h. mit einer Belichtung, bei der die Schwärzung (d. h. der Logarithmus der Opazität, der Zahl, welche angibt, wie viel Mal das einfallende Licht stärker ist als das durchfallende Licht) proportional dem Logarithmus der Belichtungsintensität ist. Hierbei sind also auch die Opazität und die Belichtung proportional. — Ausserdem wurde die Interpolation nur in einem sehr beschränkten Gebiete ausgeführt: die grösste resp. geringste Ablesung betrug 36°8′, welche übereinstimmt mit einem Opazitäts-Verhältnis von $\tan^2 36°8' = 0{,}532$.

Ich gebe jetzt zwei Versuchsreihen, deren Resultate in den beiden Tabellen mitgeteilt werden. Dieselben enthalten:

in der 1. Vertikalreihe die Funkenlänge,
„ „ 2. „ „ Unterbrechungszahl,
„ „ 3. „ „ Bezeichnung der Belichtung im Sensitometer, mit der das betreffende Feld verglichen wurde,
„ „ 4. „ „ die Ablesung am Polarisationsphotometer,
„ „ 5. „ „ die äquivalente Belichtungsintensität,
„ „ 6. „ „ die äquivalente Belichtungsintensität einer einzelnen Entladung von der betreffenden Funkenlänge.

Digitized by Google

Tabelle I.

Funkenlänge	n.	Vergl. mit	φ	Sek.-M.-Kerz.	$\psi : n$
17	80	1 = 0.596	49°13′	0.8008	0.0100
20	70	2 = 1.192	44°29′	1.149	0.0164
23.2	61	2 = 1.192	48°24′	1.510	0.0248
27.6	45	3 = 2.384	36°8′	1.270	0.0282
34.5	30	3 = 2.384	37°28′	1.400	0.0467
42.5	21	3 = 2.384	38°54′	1.550	0.0738
46	15	3 = 2.384	38°5′	1.465	0.0977

Tabelle II.

Funkenlänge	n.	Vergl. mit	φ	Sek.-M.-Kerz.	$\psi : n$
15	150	2 = 1.192	45°16′	1.169	0.0078
17	100	2 = 1.192	46°12′	1.092	0.0109
20	75	2 = 1.192	43°55′	1.286	0.0172
23.2	60	2 = 1.192	41°53′	1.482	0.0247
27.6	45	3 = 2.384	50°47′	1.588	0.0353
34.5	30	3 = 2.384	49°17′	1.766	0.0589
42.5	25	3 = 2.384	44°25′	2.483	0.0993
46	18	3 = 2.384	45°22′	2.281	0.1267

Die Berechnung ergibt, dass die Zahlen für die beobachtete Lichtwirkung, J, in Sekunden-Meter-Kerzen bei Änderung der Funkenlänge l mit hinreichender Genauigkeit vorgestellt werden können, wie die beiden Tabellen III und IV zeigen, durch die Formel:

$$J = 0.00004523 \left\{ l^2 - \overline{8.14}^2 \right\} \text{ für die I. Tabelle}$$

$$\text{und } J = 0.00006116 \left\{ l^2 - \overline{11.65}^2 \right\} \text{ für die II. Tabelle.}$$

Tabelle III.

l	J ber.	J beob.
17	0.01007	0.0100
20	0.01510	0.0164
23.2	0.02089	0.0248
27.6	0.03147	0.0282
34.5	0.05083	0.0467
42.5	0.07869	0.0738
46	0.09271	0.0977

Digitized by Google

Tabelle IV.

l	J ber.	J beob.
15	0.00544	0.0078
17	0.00936	0.0109
20	0.01615	0.0172
23.2	0.02459	0.0247
27.6	0.03829	0.0353
34.5	0.06446	0.0589
42.5	0.10214	0.0993
46	0.12110	0.1267

Die Formeln, welche von der Form $y = A(x^2 - B^2)$ sind, zeigen, dass tatsächlich die Intensität des Röntgenlichts bei einem bestimmten Induktorium nahezu proportional mit dem Quadrate der Funkenlänge wächst, wobei aber ein gewisser konstanter Betrag in Abzug gebracht werden muss. Ich habe diesen konstanten Betrag auch in der Form eines Quadrates geschrieben, da es sich zeigt, dass diese Konstante gebildet wird von dem Quadrate der Funkenlänge, die überhaupt nötig ist, um die Röhre zum Leuchten zu bringen. Ich fand namentlich, dass bei der ersten Voltohmröhre, zu der die Zahlen in Tabellen I und III gehören, eine parallele Funkenstrecke von 8 cm den äquivalenten Widerstand der Röhre vorstellte. Bei der zweiten, etwas härteren Ehrhardschen Röhre betrug der äquivalente Widerstand eine Luftstrecke von etwa 11 Zentimeter.

Bei allen Versuchen war die Röntgenröhre in einer solchen Distanz von der photographischen Platte gebracht, dass die Antikathode genau in 30 cm Entfernung von der Gelatineschicht stand. Da bekanntlich das photometrische Gesetz: die Lichtwirkung ist dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional, auch für Röntgenlicht Gültigkeit besitzt, lässt sich aus den oben ermittelten Zahlen unmittelbar berechnen, wie gross die Röntgenlichtintensität ist bei einer Distanz, die der Längeneinheit gleich ist, indem wir die Konstante A mit 30^2 multiplizieren. Wir bekommen dann für die erste Röhre:

$$J_{1\,cm} = 0.04071\,(l^2 - \overline{8.14}^2)$$

und für die zweite Ehrhardtsche Röhre:

$$J_{1\,cm} = 0.05504\,(l^2 - \overline{11.65}^2).$$

Schliesslich dürfen wir aus dem erörterten folgern, dass die Röntgenröhre ein Energietransformator ist. Ein proportionaler Teil der ihr zugefügten Energie wird in Röntgenlicht umgesetzt. Die Energie, welche einer Entladung entspricht mit der Funkenlänge, die durch die parallele

Funkenstrecke dargestellt wird, bleibt offenbar am Ende des Induktionsstromes zurück und wird nicht mehr in Röntgenlicht transformiert.

Bei obiger Betrachtung können wir nicht umhin, zu bemerken, dass unsere Formel nur eine erste Annäherung sein dürfte. Machen wir eine graphische Darstellung von den Zahlen aus Tabellen III und IV, dann zeigt sich sogleich, dass die Krümmung der Kurve, welche die beobachteten Resultate enthält, eine etwas stärkere ist, als diejenige der berechneten Kurve; namentlich ist dies bei der IV. Tabelle ziemlich deutlich ausgeprägt. Dies scheint darauf hinzuweisen, dass noch ein Korrektionsglied, das proportional der Quantität der Elektrizität ist, hinzugefügt werden sollte, damit eine noch bessere Übereinstimmung erzielt werde. Jedenfalls ist aber der Einfluss eines solchen Korrektionsgliedes nur gering und kommt kaum in Betracht neben dem direkten Einflusse der Entladungsenergie.

II.

Die Ionen- oder elektrolytische Therapie.

Von Dr. **Stephan Leduc,**
Professor an der École de Médecine in Nantes.

(Fortsetzung.)

Stellen wir den Körper durch eine Chlornatrium-Lösung dar und die Elektroden durch eine Jodkalium-Lösung. Beim Fortschreiten des Stromes rücken alle Kationen gegen die Kathode, alle Anionen gegen die Anode vor, die Kaliumionen dringen an der Anode, die Jodionen an der Kathode in den Körper.

		Anode		Körper			Kathode	
+	+		+	+	+	+	+	+
	K		K	Na	Na	Na	K	K
	—		—	—	—	—	—	—
	J		J	Cl	Cl	Cl	J	J

vor dem Eintreten des Stroms.

		Anode		Körper			Kathode		
			+	+	+	+	+		
+			K	K	Na	Na	Na	K	K
			—	—	—	—	—		
	J	J	Cl	Cl	Cl	J	J		

nach dem Eintreten des Stroms.

Alle sauren Lösungen besitzen das nämliche Kation: den Wasserstoff; sie bilden demnach alle äquivalente Anoden. Sind unsere Lösungen hin-

Digitized by Google

reichend verdünnt, sodass eine unmittelbare Wirkung der Säuren auf die Haut nicht stattfindet, so werden Salz-, Schwefel-, Phosphorsäure, organische Säuren usw. genau denselben Endeffekt äussern. Stellen wir den Körper durch eine Kochsalz-, die Elektroden durch eine Säurelösung $(\overset{-+}{RH})$ dar:

	Anode			Körper			Kathode	
		+	+	+	+	+	+	+
+	H	H	H	Na	Na	Na	H	H
		—	—	—	—	—	—	—
		R	R	Cl	Cl	Cl	R	R

vor dem Eintritt des Stroms.

	Anode			Körper			Kathode		
			+	+	+	+	+		
+			H	H	Na	Na	Na	H	H
			—	—	—	—	—		
	R	R	Cl	Cl	Cl	R	R		

nach dem Eintritt des Stroms.

Man ersieht, dass nach Eintreten des Stroms, welche auch immer die verwendete Säure gewesen sei, an der Anode Ersatz der Metalle der Gewebe durch Wasserstoff stattfindet, der mit den negativen Radikalen der Salze des Organismus die betreffenden Säuren rekonstituiert. Die Chloride werden ersetzt durch Salzsäure, die Sulfate durch Schwefelsäure, die Phosphate durch Phosphorsäure usw.

Alle basischen Elektroden besitzen das gleiche Anion, das Hydroxyl $(\overset{+}{O}H)$, sie bilden also sämtlich äquivalente Kathoden. Ist die Lösung verdünnt genug, um eine direkte kaustische Einwirkung auf die Haut auszuschliessen, so werden Kalium, Natrium, Lithium, organisches Alkali als Kathode genau dieselben Enderscheinungen hervorrufen. Stellen wir den Körper durch eine Kochsalz-, die Elektroden durch basische Lösungen OH^{m-} M^{n+} dar, so haben wir:

Anode		Körper			Kathode	
+	+	+	+	+	+	+
M	M	Na	Na	Na	M	M
—	—	—	—	—	—	—
OH	OH	Cl	Cl	Cl	OH	OH

vor dem Eintritt des Stroms;

Anode			Körper			Kathode		
		+	+	+	+	+		
		M	M	Na	Na	Na	M	M
		—	—	—	—	—		
OH	OH	Cl	Cl	Cl	OH	OH		

nach dem Eintritt des Stroms.

Digitized by Google

Wirkungen des Stroms an den Elektroden (polare Wirkungen).

Man sieht, dass nach dem Eintreten des Stroms, welches auch die angewendete Base sei, an der Kathode Substitution des Hydroxyls OH für die sauren Radikale der Gewebe stattfindet und dies rekonstituiert mit den Metallen des Organismus die betreffenden Basen. Die Natriumsalze werden ersetzt durch Natrium, die Kalisalze durch Kalium usw.

Interpolare Wirkungen.

Die Doppelströmung, durch welche die Anionen zur Anode, die Kationen zur Kathode getrieben werden, besteht überall in der Tiefe der Gewebe, wo der elektrische Strom zirkuliert; hieraus resultiert an jeder Trennungsfläche zweier chemisch differenter Flüssigkeitsinhalte eine Änderung in dieser ihrer chemischen Konstitution, Umsetzungen, welche leicht darzustellen sind, wenn man sich, wie oben S. 327, das Verhalten einer Kochsalzlösung zwischen zwei Jodkalilösungen vergegenwärtigt. Man sieht, dass hier beim Eintreten des Stromes Kalium in die Kochsalzlösung auf der Anodenseite, Jod auf der Kathodenseite eindringt und das Ergebnis ist in der mittleren Lösung Ersatz des Kochsalzes durch das Jodkali der Nachbarschaft.

Man könnte glauben, dass diese Substitution auf einfache Diffusion zurückzuführen wäre ohne Beteiligung des elektrischen Stroms, aber eine grosse Zahl von Versuchen, auf welche wir noch zurückkommen werden, beweist, dass der elektrische Strom die elektrolytischen Substanzen in das Protoplasma hineintreibt, welches ohne Mitwirkung des Stroms für diese Stoffe völlig undurchdringlich ist.

Wenn der elektrische Strom von einem chemischen Medium zum andern übergeht, so bezeichnet man das erstere als positiv, das zweite als negativ; das Endergebnis des Stromablaufs ist in dem positiven Leiter der Ersatz seiner Anionen durch jene des negativen Leiters und für diesen der Ersatz seiner Kationen durch die des positiven.

Experimentelle Ergebnisse.

Die bis hierher innegehaltene Darstellungsweise folgt der heutigen Theorie der Elektrolyse, gemäss der von uns ausgesprochenen Voraussetzung: Die lebenden Gewebe sind Elektrolyten und die durch die Untersuchung der Elektrolyten gewonnenen Erkenntnisse sind unmittelbar auf sie anwendbar. Wir wollen nun sehen, wie das Experiment die theoretische Deduktion bestätigt.

Die Beobachter, welche die elektrolytische Absorption untersucht haben, erwiesen diese durch die chemisch-analytische Ermittelung von

Digitized by Google

Ionen im Urin und Geweben oder durch die Hervorrufung physiologischer Erscheinungen: von Konvulsionen mit Hilfe von Strychnin, von Pupillenerweiterung durch Atropin, von Anästhesie durch Cocaïn, von Schweissausbruch durch Pilokarpin usw.

Gegen die Methode des Nachweises auf dem chemischen Wege und dem der Hervorrufung physiologischer Wirkungen warf man ein, dass die Absorption durch die Haut geschähe, ohne dass der Strom dabei mitwirke; die elektrolytische Absorption wurde noch lange von der Mehrzahl der Physiologen und Ärzte bestritten.

Die Methode der in Serie vorgenommenen Tierelektrisierung beseitigt die oben erwähnten Einwände. Die Tiere werden sämtlich in ein und demselben Strom eingeschaltet derart, dass dieser durch das eine Tier ein- und durch das andere austritt, und zwar mittels einer Elektrode, welche das toxische Ion in Lösung erhält, während die beiden anderen Elektroden aus einer harmlosen Substanz, etwa einer Kochsalzlösung bestehen. Bei diesem Versuche wird ein Kaninchen mit einer Anode von Strychninsulfat oder einer Cyankalikathode schnell getötet, während die übrigen denselben Strömen und Kontakten ausgesetzten Tiere, wenn sie nur das Strychnin an der Kathode, das Cyankali an der Anode haben, Widerstand leisten und am Leben bleiben.

In dem einen Versuche dringt das mit dem Strome fortgeführte Strychnin, welches nur in absteigender Richtung, nicht in aufsteigender, sich bewegt, in das Versuchstier I und dieses geht zugrunde, es verschont aber das Tier II und dieses, obwohl in demselben Stromkreise und unter gleicher chemischer Applikation, bleibt am Leben.

Einen weiteren Beweis für die elektrolytische Ionenwanderung erhält man bei Anwendung farbiger Ionen.

Wenn man z. B. als Elektroden eine Kaliumpermanganatlösung verwendet, so dringt Kalium an der Anode, an der Kathode das Permanganium in die Haut ein. An der Anode zeigt die Haut nach Stromschluss keine offensichtliche Veränderung, während sie an der Kathode eine schwärzliche Punktierung aufweist als Effekt des Eindringens des Permanganium, wie die Photographie des Armes von Herrn Dr. Gonzalez Quisano Sanchez, nach Einführung des Permangans an einer Kaliumpermanganatkathode zeigt. Wenn man als Elektrode eine Goldchloridlösung verwendet, so dringt Chlor an der Kathode in die Haut ein und diese zeigt nach dem Hindurchgehen des Stroms keine merkliche Veränderung, während sie an der Anode als Wirkung des Eintretens von Goldionen eine braune Punktierung erkennen lässt.

Digitized by Google

Benutzt man Säurelösungen als Elektroden, so dringt das Wasserstoffion ($\overset{+}{H}$) an der Anode durch die Haut und verbindet sich mit den elektronegativen Radikalen der Gewebe ($\overset{-}{R}$) zu Bildungen von Säuren ($\overset{-}{R}\overset{+}{H}$), die dadurch hervorgerufenen kaustischen Wirkungen ergeben genau den Ort und die Ausbreitung der eingedrungenen Hydrogenionen.

Bei Elektroden von Alkalilösungen dringt Hydroxyl an der Kathode ein, verbindet sich mit den Metallen der Gewebe (M) zu den entsprechenden Basen $\overset{-}{OH}$ $\overset{+}{M}$ und die von diesen gesetzten Schorfe verraten Ort und Ausbreitung der Hydroxyleinwanderung.

Ebenso können andere Ionen, z. B. das Schwefelion ($\overset{-}{S}$), wie die Wasserstoff- und Hydroxylionen in die Gewebe hinein verfolgt werden.

Die farbigen und die kaustischen Ionen, welche ihren Weg im Gewebe aufzeichnen, lassen erkennen, dass der elektrische Strom nur durch die Drüsen vordringt, die Spuren dieser Ionen geben stets die Umrisse der Drüsentopographie.

Der Widerstand der Colloide und der Gewebe gegen molekulare und Ionenbewegungen.

Wir haben gesehen, dass nach den Versuchen von Hittorf die Ionen im Elektrolyt unter der Wirkung der gleichen Spannungsdifferenz sich mit verschiedener Geschwindigkeit verschieben, und Kohlrauschs Gesetz lehrt, dass die Leitfähigkeit eines Elektrolyts proportional ist der Summe der Geschwindigkeiten seiner Ionen, $C = X\,(u + v)$. Die Geschwindigkeiten der verschiedenen Ionen sind gemessen worden und Tabellen drüber sind in den elektrochemischen Lehrbüchern zu finden. Doch beziehen sich diese Messungen und diese Tabellen nur auf die wässrigen Lösungen. Sind sie auf die lebenden Gewebe anwendbar, in denen die Ionen sich innerhalb viscoser, colloider Quellungen einherbewegen und Membranen und verschiedenartige Gewebe durchsetzen? Nur der Versuch vermag diese Frage zu beantworten.

Nach Graham und Voigtländer erleidet die Diffusionsgeschwindigkeit gelöster Substanzen keine Veränderung, wenn man die Flüssigkeit, in der die Diffussion vor sich geht, mit gallertartigen Substanzen versetzt (Dr. Ernst Cohen, Physikalische Chemie in der Medizin, Seite 116). Unser Experiment hat dagegen gezeigt, dass die Diffusionsgeschwindigkeit im wesentlichen nach der Konzentration und der Beschaffenheit der Gallertsubstanzen, in der die Diffusion erfolgt, sich richtet. Jedermann wird dies mit Hilfe der folgenden Versuche bestätigt finden:

Digitized by Google

Bedeutung der Konzentration der Gallertsubstanzen.

Man stelle Gelatinelösungen her, die auf hundert Gramm Lösung 2, 3, 4, 8, 12, 16 und 20 Gramm Gelatine enthalten. Man erhitze, bis die Gelatine eine entsprechende Leichtflüssigkeit bekommt. Man nehme nun sechs dünne Glasplatten und lasse auf einer jeden eine gleichstarke Schicht der Lösungen verfliessen, die Platten werden auf eine bis zwei Stunden weggestellt, bis die Gelatine gut fixiert ist; jede Platte wird dann auf ein Blatt weisses Papier gelegt, auf welchem drei in grader Linie gelegene Punkte von je einem Zentimeter Entfernung angemerkt sind. Die Mitte der Platte fällt auf den mittleren Punkt. Nun appliziert man auf einen der zwei übrigen Punkte einen Tropfen einer 10prozentigen Kaliumeisencyanürlösung, auf den anderen einen Tropfen einer 10prozentigen Kupfersulfatlösung, darauf werden sämtliche Platten auf ein Blatt weisses Papier gelegt; die Solutionen diffundieren gleichmässig in der Gelatine; wenn das Kaliumeisencyanür und das Kupfersulfat sich treffen, bildet sich ein brauner Strich von Kupfereisencyanür, dessen Bildung auf dem weissen Papier leicht zu verfolgen ist. Man ermittelt nun die Zeit, welche vom Beginn der Imbibition der Tropfen bis zur Erscheinung des Niederschlags vergeht: diese Zeit ist umgekehrt proportional der Diffusionsgeschwindigkeit und man kann in dieser Weise die Geschwindigkeit berechnen.

Die Kurve, welche man erhält, wenn man auf der Abscisse das Verhältnis der Verdünnung der Gallertsubstanz und auf der Ordinate das der Diffusionsgeschwindigkeit einträgt, zeigt, wie sehr die Durchdringungs-Geschwindigkeit mit der Konzentration der Gelatinelösung wechselt, da in einer 20prozentigen Gelatine die Lösungen mehr als 6 mal soviel Zeit zur Begegnung bedürfen, als in einer 2prozentigen.

Beschaffenheit der Lösungen.

Man überzieht wiederum drei dünne Glasplatten mit einer 10 prozentigen Gelatineschicht, welche Spuren von Kaliumeisencyanür enthält, die erste präpariere man mit destilliertem Wasser, die zweite mit einer (1:500) schwachen Schwefelsäure-, die dritte mit einer ebensolchen (1 : 500) Kalilösung. Man gebe nun auf jede Platte einen Tropfen einer 10 prozentigen Kupfersulfatlösung, man lässt durchdringen und findet nach 24 Stunden, dass die Diffusionskreise des Kupfereisencyanürs ungleich sind, die Durchdringung ist auf der sauren Platte viel ausgebreiteter, auf der alkalischen viel geringer als auf der Wasserplatte, die Säure hat also die Diffusion des Kupfersulfats beschleunigt, das Alkali sie verzögert.

Digitized by Google

Ein ähnliches Experiment, bei welchem man eine gleiche Lösung von Kaliumeisencyanür auf einer neutralen sauren und alkalischen Platte mit Spuren von Kupfersulfat diffundieren lässt, zeigt, dass umgekehrt wie beim Kupfersulfat, die Diffusion des Kaliumcyanürs durch Alkalien beschleunigt, durch Säuren verlangsamt wird.

Die Resultate dieser Versuche wurden durch andere Methoden kontrolliert (Comptes rendues, Académie des Sciences de Paris, 17. Juni 1901. Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, Ajaccio 1901).

Es ergibt sich aus diesen Versuchen, dass die Gallerte nach Beschaffenheit und Konzentration den von gleichen Kräften angetriebenen Molekularbewegungen verschiedenfache Widerstände entgegensetzen. Es ist also zu erwarten, dass diese selben Massen den Ionenbewegungen verschiedenartige Widerstände entgegensetzen werden.

Die Widerstände der Colloide gegen die Ionenbewegungen.

Wenn die Gallertsubstanzen den Ionenbewegungen einen um so grösseren Widerstand entgegensetzen, je konzentrierter sie sind, so wird, da der elektrische Strom in den Elektrolyten ein Korrelat der Ionenbewegung ist, der elektrische Widerstand der Gallerte mit der Konzentration wachsen.

Wir haben die elektrischen Widerstände von Gallert-Säulen gleicher Form und Grösse, die mit 1 prozentiger Kochsalzlösung präpariert, aber von verschiedenartiger Gallert-Konzentration waren, gemessen.

Die Säule von 2 Gramm Gelatine und 100 Gramm Wasser hatte einen Widerstand von 1200 Ohm, dieser Widerstand schwankte wenig bis zu einer Konzentration von 30 Gramm Gelatine und 100 Gramm Wasser, was wohl den geringen Dimensionen der Ionen zugeschrieben werden darf; der Widerstand der 40 prozentigen Lösungen dagegen stieg auf 2500 Ohm, der 50 prozentigen auf 3400 Ohm.

Also setzen die Gelatinelösungen den Molekular- und Ionenbewegungen um so grösseren Widerstand entgegen, je konzentrierter sie sind.

Übrigens führt die Ansicht, welche behauptet, dass die Gegenwart der Gelatine die Durchdringungsfähigkeit nicht ändert, notgedrungen zu der absurden Folgerung, dass die Diffusion und die elektrische Leitungsfähigkeit in der trockenen Gelatine und im reinen Wasser gleich sein müssen. Nach allen Versuchen wird man vermuten können, dass die Ionengeschwindigkeiten im lebenden Gewebe und im puren Wasser sich nicht gleich sind, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Ionen hierin wechseln, dass die Geschwindigkeiten in den verschiedenen Geweben verschieden sein können. (Schluss folgt.)

Digitized by Google

B. Technische Mitteilungen.

Neuere Verfahren zur Erzeugung hoher Spannungen für Betrieb von Röntgen- und Tesla-Apparaten.

Von Dr. **H. Kurella.**

Von der diesjährigen Weltausstellung in St. Louis kommt auf elektrischem Gebiete u. a. die Nachricht, dass dort ein neuer Transformator zur Erzeugung einer Wechselstrom-Spannung von mehr als einem Megavolt zu sehen ist: bei einer Spannung des Primärstroms von 110 V. und einem Transformations-Verhältnis von 1 : 10000 hat derselbe an den Sekundär-Klemmen eine Spannung von 1100 Kilovolt.

Das wäre also etwa die Spannung am Ende eines Oudin-Resonators, aber während durch diesen ein Strom von 0,3—0,4 Ampère fliesst, und zwar bei jeder Funkenentladung nur kurze Zeit — denn diese Oszillationen werden sehr schnell und sehr erheblich gedämpft —, hat der sekundäre Wechselstrom des Transformators kurzgeschlossen permanent die Intensität von 1 Ampère. Der Apparat gibt an einer Klemme Büschelentladungen von mehreren Fuss Länge und eine interpolare Funkenlänge von 2 Metern.

Dieser Apparat wird vorläufig wohl ein Unikum bleiben; wichtiger sind für die physikalische und medizinische Elektrotechnik Bestrebungen, die auf anderem Wege eine Steigerung und Förderung der Hochspannungs-Quellen für Röntgen- und Tesla-Zwecke erreichen wollen, sei es durch Verwendung von Rühmkorffs oder von technischen, induktiven Wechselstrom-Transformatoren.

Vor kurzem hat Wien von neuem betont, dass die Erforschung der Wirkungen sehr hoch gespannter Ströme nur gewinnen kann, wenn man solche Ströme nicht mit Hilfe von stets unregelmässig arbeitenden Unterbrechern, sondern mit streng periodischen Wechselströmen erzeugt. [1])

Er beschreibt dabei eine nach seinen Angaben konstruierte Wechselstrom-Maschine mit sehr hoher Wechelzahl (1200 in der Sekunde), deren Strom, unter 40 Volt und 42 Ampère in einen gewöhnlichen Induktor geschickt, einen Funkenstrom von 38 Länge gibt.

Sehr interessant ist der Weg, den der Chemnitzer Ingenieur F. J. Koch in seiner Werkstatt einschlägt. [2])

Die Kochsche Einrichtung liefert Gleichstromimpulse von relativ langer Zeitdauer und beliebig hoher Spannung. In Verbindung mit einem Hochspannungskondensator wird sie auch zur Erzielung praktisch ruhender Gleichspannung von bis jetzt wohl unerreichter Höhe verwendet werden können.

[1]) W. Wien, Physik. Zeitschr., Bd. 4, S. 586 ff., 1904.

[2]) J. F. Koch, Über eine Einrichtung zur Erzeugung hochgespannten Gleichstroms im Anschluss an eine Wechsel- oder Gleichstromquelle. **Annalen der Physik, 1904,** Bd. XIV, H. 4, S. 547—555.

Digitized by Google

An die Wechselstromquelle G ist die Primärspule des **Hochspannungstransformators** T unter Vorschaltung des variablen **induktiven** Widerstandes D und des ebenfalls veränderlichen Ohmschen Widerstandes R angeschlossen. Das Übersetzungsverhältnis des Hochspannungstransformators kann durch Ab- und Zuschalten von Primärwindungen verändert werden. Die Gleichstromentnahme aus der Sekundärspule des Transformators wird durch eine variable, sich hinsichtlich ihrer Länge synchron zur Netzphase ändernde Luftstrecke F bewirkt: Zwischen K und K^1 rotiert synchron zur Netzphase in der Pfeilrichtung oder umgekehrt die Nadel N derart, dass die zwischen den Kugeln K und K^1 liegende Luftstrecke ihren Höchstwert immer in den Augenblicken besitzt, in denen die nichtgewünschte Spannung gerade ihren Scheitelwert einnimmt. Dagegen liegt die Nadel N in den Zeiten, in denen die Spannung gewünschter Richtung, also die Nutzspannung ihren Scheitelwert passiert, in der Richtung K—K^1, sodass sie in diesen Zeiten die zwischen den Elektroden K und K^1 liegende Luftstrecke bis auf 1—2 mm metallisch überbrückt. Die Entfernung zwischen den Messingkugeln K und K^1 ist derart bemessen, dass die maximale Sekundärspannung des Transformators sie in der Luft nicht zu überschlagen vermag. Es werden also durch die synchron zur Netzphase rotierende Metallnadel, deren Enden, je nachdem längere oder kürzere Stromimpulse gebraucht werden, mit längeren oder kürzeren Ansatzstücken armiert werden können, nur Hochspannungsstösse gleicher Richtung zugelassen, die direkt, oder wenn ruhender Strom gebraucht wird, in Verbindung mit einem Kondensator C nutzbar gemacht werden können. Bei einem Wechselstrom von 3000 Perioden pro Minute läuft der die Nadel antreibende Synchronmotor mit 1500 Umdrehungen pro Minute.

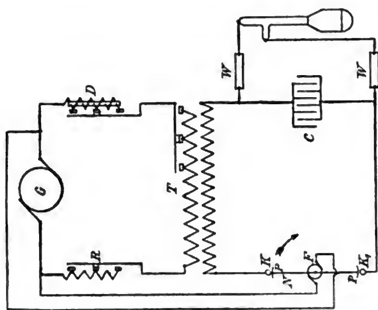


Fig. 1.

Von wesentlichem Einfluss auf die Einrichtung ist die Drosselspule D, welcher zunächst die Aufgabe zufällt, die Leistung des Transformators nach Wunsch zu begrenzen. Durch geeignete Grösseneinstellung der Drossel D lässt sich z. B. die Bildung von Hochspannungslichtbogen im Hochspannungsweg derart unterdrücken, dass eine im Sekundärstromkreis liegende Luftstrecke geeigneter Länge durch einen Funkenstrom wechselnder Richtung überbrückt wird. Die Frequenz des Funkenstromes ist gleich der Wechselzahl des ursprünglichen Stromes, der dem Transformator zugeführt wird. Die im Momente des Überschlagens des Sekundärfunkens auftretende Gegenampèrewindungszahl der Sekundärspule bewirkt eine augenblickliche Herabsetzung der Induktanz der Primärspule und somit gewissermassen ein Überspringen fast der gesamten Primärspannung auf die Klemmen der Drosselspule. Es fällt also die Leistung des Transformators während des Überschlages so erheblich ab,

Digitized by Google

dass die Energie zur Aufrechterhaltung des durch den Funken eingeleiteten Lichtbogens fehlt.

Aus der Registrierung der Überschlagswerte für die verschiedenen Primärklemmenspannungen mit und ohne Drossel, geht hervor, dass die letztere ausser der Leistungsbegrenzung noch eine erhebliche Steigerung der Scheitelspannungen herbeiführt. So erhält man bei 70 Volt Klemmenspannung bei eingeschalteter Drosselspule sekundär einen Überschlag zwischen Spitzen von 42 cm in Luft, während bei der gleichen Primärklemmenspannung ohne Drosselspule zwischen den gleichen Spitzen nur eine Luftstrecke von knapp 25 cm überbrückt wird.

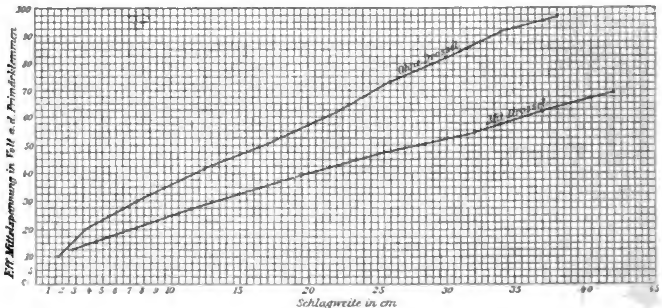


Fig. 2.

Wie ausserordentlich die Überschlagswerte von der **Stromform** abhängen, bestätigt die Tatsache, dass zuzeiten geringer Netzbelastung, in denen zufolge der mehr ins Gewicht fallenden Kabelkapazität die Oberströme stärker ausgebildet sind, die Überschlagswerte wesentlich höher liegen, als in den Zeiten starker Netzbelastung. In welcher Weise die Drosselspule die Stromform im Primärkreis beeinflusst, zeigen die durch photographische Aufnahmen fixierten Strom- und Spannungsformen.

Figur 3: Primäre Stromform ohne Anwendung der Drossel.

Figur 4: Primäre Stromform bei Anwendung der Drossel bei stark belastetem Netz.

Figur 5: Zeitlicher Verlauf der Klemmenspannung an der Primärspule des Hochspannungstransformators bei Anwendung der Drosselspule.

Figur 6 zeigt den oberen Teil des sogenannten Hochspannungsgleichrichters mit freigelegter Aluminiumnadel im Betrieb. Der die Nadel antreibende Synchronmotor läuft mit Kunstphase an und verfällt selbsttätig in den gewünschten Halbsynchronismus. Der Motor ist zweipolig ausgeführt und läuft bei 3000 Perioden mit 1500 Touren pro Minute. Der Leistungsverlust zufolge der an den Übergangsstellen auftretenden Funken und Lichtbogen ist selbst bei maximaler Belastung ein so geringer, dass die rotierende Nadel in eine allseitig geschlossene

Digitized by Google

Figur 3.



Figur 4.



Figur 5.



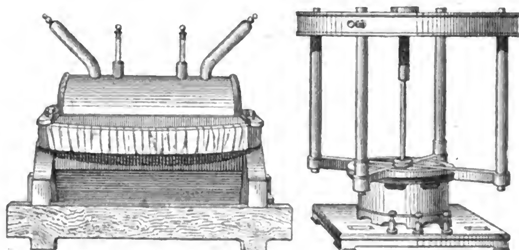
Figur 6.



Digitized by Google

Hartgummitrommel eingebaut werden kann. Eine Abnutzung der Nadelenden oder der Kugelelektroden findet praktisch nicht statt.

Figur 7 zeigt den Hochspannungstransformator in besonders gedrungener Ausführung in Verbindung mit den übrigen Teilen der Einrichtung. Um ein Übergehen der Spannung bei diesem kleinen Modell im Innern des Mantels zu vermeiden, wurde zwischen Mantel und Sekundärwicklung ein Zwischenraum gelassen, der nach Auspumpen der Luft mit Paraffinöl angefüllt wurde. Ein grösseres Modell für dieselbe Leistung ist nur mit festem Isoliermaterial angefertigt. Der Eisenweg ist unter Vermeidung jeglicher Stossfugen geschlossen und der magnetische Widerstand derart niedergehalten, dass der induktive Spannungsfall praktisch vernachlässigt werden kann. Das Übersetzungsverhältnis von 1 : 1450 lässt sich durch eine Umschalteinrichtung auf 1 : 1200 und 1 : 1000 herabsetzen. Die Sekundärklemmen sind 40 cm voneinander entfernt und kugelig gestaltet. Ohne Drosselspule können Spannungen bis zu 140 000 Volt, mit Drosselspule bis zu 100 000 Volt erzeugt werden, ohne dass ein Überschlagen der Wechselspannung zwischen den Kugelelektroden stattfindet.



Figur 7.

Soll die Einrichtung im Anschluss an eine Gleichstromlichtleitung gebraucht werden, so empfiehlt sich die Anwendung eines Einanker-Gleichstrom-Wechselstromumformers, dessen vertikale Ankerwelle direkt mit der Welle des Hochspannungsgleichrichters gekuppelt ist. Der Synchronmotor zum Antrieb des Gleichrichters fällt dann weg.

Die Einrichtung kann auch derart ausgeführt werden, dass beide Hochspannungsrichtungen in gleicher Richtung nutzbar gemacht werden.

Zur Erzeugung von Röntgenstrahlen dürfte die Einrichtung besonders geeignet sein. Die weichsten wie die härtesten Röhren geben stets streng geteiltes Licht. Ströme falscher Richtung können in der Röhre nicht auftreten. Es hat sich ergeben, dass die mit der Einrichtung betriebenen Röntgenröhren nur geringen Veränderungen des Vakuums unterworfen sind. Das Licht der Röhren ist auffallend ruhig bei grosser Intensität.

Soll die Einrichtung zur Erzeugung praktisch ruhender Gleichspannung Verwendung finden, so sind entsprechend grosse Flaschenbatterien anzuwenden. Als Hochspannungswiderstände im Entladungsweg haben sich durch Beheizung

Digitized by Google

getrocknete Schieferstäbe von 1 qcm Querschnitt bei 50 cm Länge vorzüglich bewährt. Nur bei bedeutender Überlastung brennen die leitenden Bestandteile unter entsprechenden Lichterscheinungen aus dem Schiefer heraus, wodurch dieser zum Nichtleiter wird und seine mechanische Festigkeit verliert.

Walter[1]) gibt ein Verfahren an, den Effekt eines jeden grösseren Induktoriums in ähnlicher Weise, wie der soeben nach Koch dargestellten, zu steigern, vorausgesetzt, dass die sekundären Windungen desselben entsprechend zahlreich sind. Es tritt dann an Stelle der gewöhnlichen Primärspule mit stabförmigem Eisenkern eine Spule mit geschlossenem „Eisenweg“ und erheblich kleinerer Windungszahl; dieser „Eisenweg“ bestand aus zwei lamellierten Eisenzylindern von je 6 cm Dicke und 115 cm Länge, verbunden durch lamellierte Querstücke von 35 cm Länge und quadratischem Querschnitt (von 6×6 cm). Die primären Windungen umgaben einen der beiden Eisenzylinder und steckten mit diesem in der sekundären Spule. Die vier Abteilungen des Eisen-Vierecks werden leicht durch nur 4 Schrauben vereinigt und sind leicht zu trennen. Die sekundäre Windungszahl wird deshalb sehr hoch genommen, weil dann schon bei geringer Stromstärke eine erhebliche Funkenlänge erzielt werden kann. Diese „Funken-Transformatoren“ eignen sich besonders für Betrieb mit dem Wehnelt-Unterbrecher. Aber auch nur mit Wechselstrom, also ohne Unterbrecher betrieben, genügen diese Transformatoren für Zwecke der Röntgentechnik. Es empfiehlt sich dann, zur Abhaltung der einen Phase des Wechselstroms von der Röhre, parallel zu dieser eine aus Spitze und Platte gebildete Funkenstrecke zu schalten, deren Länge dem genannten Zwecke entsprechend reguliert wird, und in Reihe mit diesem Ventil einen sehr grossen Widerstand, z. B. eine lange Röhre mit destilliertem Wasser.

(Fortsetzung folgt.)

C. Literatur-Bericht.

I. Ausführliche Referate.

M. Bernhardt (Berlin). Über magnetelektrische und sinusoïdale Ströme vom elektrodiagnostischen Standpunkt. (Neurolog. Centralblatt, 1904, Nr. 15 und 16.)

(Fortsetzung.)

„Auf ein weiteres Studium dieser Einwirkungen sinusoïdaler Ströme auf den Gesichtssinn habe ich mich zurzeit nicht eingelassen; ich hole aber an dieser Stelle nach, dass ich bei Versuchen über die Wirkungen magnetelektrischer Ströme auf das Auge ganz dieselben Resultate erhalten habe, wie bei der Prüfung dieser Dinge mit sinusoïdalen Strömen, Erscheinungen also,

[1]) B. Walter, Über die Erzeugung sehr hoher Spannungen durch Wechselstrom. Annalen der Physik, 14, Heft 12, S. 407—411.

Digitized by Google

wie sie nach dem oben Berichteten schon Duchenne und andere nach ihm mit denselben Strömen erhalten haben."

Bei einem seit Jahren an doppelseitiger Opticusatrophie leidenden Pat. (H. . .), dessen linkes Auge vollkommen erblindet war, kam bei der soeben angegebenen Anordnung und Applikation sinusoïdaler Ströme gar keine Lichterscheinung mehr zustande; auf dem rechten, zwar auch geschädigten, aber etwas besser funktionierenden Auge wurde schwaches Flimmern hervorgerufen."

Die Wirkung der undalatorischen und sinusoidalen Ströme hat B. an 11 Fällen genau geprüft. Es waren:

Fall I. Frischere Facialislähmung.
„ II. Dasselbe.
„ III. Dasselbe.
„ IV. 10 Wochen alte Facialislähmung.
„ V. 6 Wochen alte Facialislähmung.
Fall VI. Frische Facialislähmung.
„ VII. Atrophische Lähmung der Hand.
„ VIII. Thomsensche Krankheit.
„ IX. Frische Peroneus-Lähmung.
Fall X. Frische, mit Herpes Zoster verbundene Facialislähmung.
„ XI. Ältere traumatische Radialislähmung.

Es handelt sich also um 7 Facialis-Lähmungen, wovon 4 zu den schweren, 3 zu den mittelschweren zu rechnen waren. Die Erregbarkeit vom Nerven aus ergab auch mit magnet-elektrischen Gleich- oder Wechselströmen kein anderes Resultat, als die indirekte Reizung mit faradischen oder galvanischen Strömen. Es ergab sich kein Erfolg.

Anders stellten sich die Verhältnisse dar bei der direkten Reizung der gelähmten, faradisch nicht mehr reizbaren und bei galvanischer Reizung in der genugsam bekannten Form der Entartungsreaktion reagierenden Muskeln. Hier erzielte man sowohl mit magnet-elektrischen wie mit sinusoïdalen Strömen noch Reaktionen, welche bei Reizung mit gewöhnlichen Induktionsströmen vollkommen fehlten, in ihrer Art aber denen glichen, welche man bei direkter Reizung mit dem galvanischen Strom erhielt. Waren die magnet-elektrischen oder die sinusoïdalen Gleich- bezw. Wechselströme schwache, so erhielt man wie mit dem galvanischem Strom eine einmalige, deutlich den Charakter des Trägen zeigende Zuckung. Trotz an der Stelle der Reizung auf dem Muskel verbleibender Elektrode wurde eine weitere Zuckung nicht erzielt.

Wurde die Stromstärke vermehrt, so erhielt man nach der anfangs eintretenden langsamen trägen Zuckung eine bei fortgesetzter Reizung zu einer tetanischen Zusammenziehung führende Kontraktion, wobei sich herausstellte, dass ceteris paribus der sinusoïdale Wechselstrom meist eine etwas stärkere Wirkung ausübte, als der sinusoïdale Gleichstrom. War der sinusoïdale Wechselstrom fast durchgehends der im Vergleich zum sinusoïdalen Gleichstrom stärker wirkende, so konnte andererseits festgestellt werden, dass diese sinusoïdalen Gleichströme in ihrer Wirkung die magnet-elektrischen überwogen. Nur einmal gelang es B. auch bei der Öffnung des sinusoïdalen Gleichstroms neben der Schliessungszuckung eine träge Öffnungszuckung festzustellen; und im Fall IV fand B. in der 14. Krankheitswoche, dass der positive Pol der sinusoïdalen, speziell der sinusoïdalen Gleichströme etwas kräftiger wirkte als der negative.

Digitized by Google

Von den die Mittelformen der Entartungsreaktionen repräsentierenden Fällen von Fazialisparalysen konnte der eine (VI) nur mit magnet-elektrischen Strömen untersucht werden: es ergab sich da, wie bei der Prüfung mit gewöhnlichen Induktionsströmen, nur eine auf der kranken Seite verminderte Erregbarkeit. Eine Trägheit der Zuckung wurde bei dieser, erst 14 Tage bestehenden Lähmung nicht wahrgenommen. Anders und ergiebiger waren die Untersuchungsresultate des V. Falles; hier bestand die Gesichtslähmung schon seit 5 Wochen. Zwar der magnet-elektrische Strom gab keine anderen Resultate als der faradische, und auch die indirekte Reizung mit sinusoïdalen Gleich- oder sinusoïdalen Wechselströmen war in bezug auf die Resultate der mit dem faradischen gleich; aber bei direkter Reizung mit diesen letztgenannten Stromesarten traten bei sinusoïdalem Gleichstrom tetanische Kontraktionen ein, denen eine einmalige träge Zuckung voranging, während man bei stärkeren sinusoïdalen Wechselströmen ohne diese vorausgehende einmalige träge Zuckung sofort einen Tetanus erzielte. Die Ergebnisse der Untersuchung des an Thomsenscher Krankheit leidenden Mannes unterschieden sich, soweit B. bei einmaliger Beobachtung feststellen konnte, nicht von den mit dem gewöhnlichen Induktionsstrom zu erlangenden. Im Falle X endlich ergaben die Prüfungen mit sinusoïdalen Strömen, dass sie bei indirekter Reizung wie faradische Ströme wirkten, bei direkter Muskelreizung aber wie der galvanische Strom. Bei dem Fall mit atrophischem Thenar ergab die direkte Reizung mit sinusoïdalem Gleichstrom hoher Intensität, ganz wie mit konstantem Batterie-Strom, nur eine einmalige träge Schliessungs-Zuckung.

B. geht auf die oben in seinem Zitat schon von uns angeführten Resultate ein, die Eulenburg mit einer Saxton-Maschine, welche den Wechselströmen ähnliche Ströme liefert, erreichte.

„Fehlt wie bei der von Eulenburg benutzten magnet-elektrischen Maschine der Kommutator, welcher statt abwechselnd gerichteter Ströme gleichgerichtete zu erzeugen gestattet, so erhält man dieselben Ströme, nur auch wieder stärker und gleichmässiger, mit unserem Apparat, wenn derselbe, was nach der gegebenen Beschreibung leicht herzustellen ist, ebenfalls abwechselnd gerichtete, also sinusoïdale Wechselströme liefert. Dass diese letzteren im Vergleich zu den gleichgerichteten sinusoïdalen Strömen meist stärkere Wirkungen ausüben, hat B. schon im Vorangegangenen hervorgehoben.

„Wir können demnach wohl die vom Reinigerschen Apparat gelieferten sinusoïdalen Wechselströme als im Wesen mit denjenigen identisch erklären, welche Eulenburg mit seinem magnet-elektrischen Apparat ohne die Kommutatorvorrichtung erzeugt hat.

„Vergleicht man nun unsere Resultate mit denjenigen Eulenburgs in seinem einen Fall, so erkennt man, dass die eigentümliche Reaktion degenerierter Muskeln nicht nur, wie E. vermutet, auf gewisse noch nicht differenzierbare Fälle partieller Entartungsreaktion beschränkt ist und dass man sie auch bei vorhandener vollkommener Entartungsreaktion und nicht nur ausnahmsweise findet. Wir konnten in jedem untersuchten Fall, in dem Entartungsreaktion beobachtet wurde, die bei schwachen Strömen auftretende einmalige träge Zuckung da nachweisen, wo der stärkste faradische Strom keinerlei Wirkung

Digitized by Google

hatte;“ dies galt in der Regel für die magnet-elektrischen Reizungen ebenso für die mit dem nun oft genannten Apparat erzeugten sinusoïdalen Gleich- und sinusoidalen Wechselströme. Stärkere derartige Ströme lieferten auch die von E. gesehenen Reaktionen, welche B. mit den tetanischen verglich, zugleich das Träge der Zusammenziehungen hervorhebend, und welche E. als von enger begrenzten und zugleich trägerem kontrakturartigem Verlauf beschreibt.

„Gibt es nun einzelne Fälle, in denen, wie E. meint, die Erregbarkeit degenerierter Muskeln für magnet-elektrische Ströme früher wiederkehrt oder, wie er hinzufügt, vielleicht in ihnen auch später erlischt, als für volta-elektrische?

B.s Untersuchungsprotokolle über Fazialislähmungen, welche 4, 5, 6, 7—8, 10, 14, 22 Wochen bestanden und welche sowohl partielle wie komplete Paralysen betrafen, zeigen, dass bei schweren Lähmungen die magnet-elektrischen und die sinusoïdalen Ströme in bezug auf die Erregbarkeit der Nervenstämme und Äste sich den übrigen elektrischen Strömen gleich (nämlich wirkungslos) verhalten, dass sie aber bei direkter Reizung der erkrankten, auf den faradischen gar nicht, auf den galvanischen Strom mit langsamen trägen Zuckungen reagierenden Muskeln ganz so wirken, wie der galvanische Strom. Dies gilt für schwache derartige Ströme; bei grösserer Stromstärke tritt entweder ohne die einmal auftretende träge Anfangszuckung oder im Anschluss an sie eine an Tetanus erinnernde, wie E. sagt, kontrakturartig auftretende Zusammenziehung ein, und zwar da, wo die stärksten sekundären oder primären Ströme volta-elektrischer Vorrichtungen keine Reaktion auslösen.

Eulenburg zog zur Erklärung der Beobachtungen die viel längere Dauer der Stromstösse des magnet-elektrischen Apparates heran, ferner die im Vergleich mit sekundären Induktionsströmen grössere elektrolytische Wirkung der magnet-elektrischen Ströme.

Die Annahme Neumanns, dass die grössere Stromdauer des galvanischen Stroms Ursache sei, dass der Muskel ihm gegenüber so reaktionsfähig bliebe, lässt B. nicht gelten!

„Demgegenüber erwiesen die oben erwähnten Duboisschen und Remakschen Untersuchungen, dass völlig entartete Muskeln auf einzelne Öffnungsinduktionsschläge mit träger Zuckung antworten können, dass aber diese Reaktion schon nach wenigen Schlägen erschöpft ist und nicht mehr eintritt.

Es stimmen diese Befunde mit B.s eignen Untersuchsergebnissen überein, welche er über die von ihm sogenannte „Franklinsche Entartungsreaktion“ angestellt hat. Die in einzelnen Fällen erzielte träge Reaktion der durch die überspringenden Funken der Influenzmaschine erregten Muskeln erlosch sehr bald und konnte erst nach längerer Pause wieder aufs neue hervorgerufen werden.“

Aber trotz dieser nicht zu leugnenden Tatsachen scheint B. aus seinen im voranstehenden mitgeteilten Untersuchungen hervorzugehen, dass die in ihrem Wesen offenbar identischen magnet-elektrischen und sogen. sinusoïdalen Ströme, was ihre Wirkung auf in Entartung begriffene Muskeln betrifft, den galvanischen oder konstanten Strömen gleichgestellt werden müssen. Wie B. gezeigt, treten die Wirkungen der hier untersuchten Stromesarten sowohl bei der sogen. partiellen wie bei vollkommener Entartungsreaktion ein und zwar jedesmal dann, wenn

Digitized by Google

die direkte galvanische Erregbarkeit den Charakter der trägen langsamen Zuckung annimmt, gleichviel ob, wie bei den Mittelformen, noch die Erregbarkeit vom Nerven und Muskel aus für beide Stromesarten besteht oder ob, wie bei den schweren Paralysen, nur die direkte Erregbarkeit für den galvanischen Strom übrig geblieben ist. Während die Erregbarkeit vollkommen entarteter Muskeln für den einzelnen Öffnungsinduktionsschlag gewöhnlicher faradischer Ströme (Dubois, Remak) oft vermisst wird und jedenfalls ein, wie gezeigt wurde, bald sich erschöpfendes Phänomen darstellt, und dasselbe für die Funkenentladung einer Influenzmaschine (Bernhardt) der Fall ist, ist der Nachweis der trägen Zuckung des entarteten Muskels bei Reizung mit magnet-elektrischen oder sinusoïdalen Strömen in allen Fällen, wo galvanische träge Zuckung bei direkter Reizung angetroffen wird, leicht nachzuweisen.

Im Stadium der Überregbarkeit genügen auch schwache sinusoïdale Ströme zur trägen Zuckung; später tritt auch diese nur bei starken Strömen ein, und Tetanus gar nicht mehr.

B. geht dann auf seine Untersuchungen über die „Franklinsche Entartungsreaktion" ein, und hebt hervor, wie die sinusoïdalen Ströme analog dem galvanischen Reize, aber im Gegensatz zum Franklinischen, entartete Muskeln träge zucken lassen. Ist es erlaubt, die elektrodiagnostische Nomenklatur noch mit einer neuen Bezeichnung zu belasten? B. ist dessen nicht ganz sicher. „Wenn man aber heute von galvanischer, faradischer, Franklinscher Entartungsreaktion spricht, so könnte man vielleicht auch der faradischen, also der volta-elektrischen, die magnet-elektrische Entartungsreaktion gegenüberstellen, sich aber dabei klar machen, dass die letztere in ihrem Wesen der galvanischen in hohem Grade nahe steht. Ist also ein Nerv-Muskelgebiet intakt, nicht erkrankt, so reagiert es auf direkte und indirekte Reizung durch magnet-elektrische oder sinusoïdale Ströme wie auf Reiz durch volta-elektrische (gewöhnliche Induktions-) Ströme. Besteht aber bei Erkrankungen desselben Gebietes Entartungsreaktion bei direkter galvanischer Reizung, so bewirken magnet-elektrische oder sinusoïdale Ströme stets träge Zuckungen, im Gegensatz zu voltaelektrischen oder Franklinschen Strömen, durch welche entweder gar keine (bei schnell schwingendem Hammer des Induktoriums) oder nur durch einzelne Öffnungsinduktionsschläge (und auch dies nur selten) sich bald erschöpfende, vereinzelte träge Zuckungen ausgelöst werden."

Darf man nun nach den von B. erhaltenen Resultaten sagen, dass die Untersuchung mit den in dieser Arbeit genannten Strömen einen Fortschritt für die Diagnostik der mit Entartungsreaktion einhergehenden Lähmungen bedeutet?

B. selbst sieht sich gezwungen, in verneinendem Sinne zu antworten. Speziell hält er es für überflüssig, zu derartigen Untersuchungen den längst bekannten und der Unbequemlichkeit seiner Handhabung wegen längst von dem Duboisschen Induktorium in den Hintergrund gedrängten Apparat von Saxton oder Pixii oder Clarke wieder hervorzuholen. Aber auch die vervollkommneten Vorrichtungen, wie sie von den neueren Firmen für therapeutische Zwecke zur Erzeugung sinusoïdaler Gleich- oder Wechselströme gebaut werden, sind behufs diagnostischer Zwecke für den praktischen Arzt entbehrlich. Wer mit dem Induktionsapparat, wie er ja in den Händen fast aller Ärzte ist und mit den

Digitized by Google

von einer galvanischen Batterie gelieferten Strömen zu untersuchen gelernt hat, kann diese sinusoïdale Ströme gebenden Apparate wohl entbehren.

Anders freilich steht B. vorläufig noch der Frage gegenüber, ob nicht die besprochenen Ströme therapeutisch eine Bedeutung haben, wie sie den bisher gebräuchlichen Stromesarten nicht zukommt.

Um in dieser Frage eine gültige Antwort zu geben, bedarf es nach B. einer längeren Beobachtungs- und Prüfungszeit, als sie ihm bisher zu Gebote stand. Aus den Jahren 1895, 1897 und 1899 liegen in bezug hierauf einige Mitteilungen französischer Autoren vor; nach Gautier und Larat wirkt der sinusoïdale Strom schwächer als der faradische; man kann aber grössere Quantitäten benutzen, ehe Intoleranz eintritt. Während die Untersuchungen der Verfasser in bezug auf die Einwirkung der genannten Ströme auf den Stoffwechsel keine sicheren Resultate lieferten, loben sie den sinusoïdalen Strom in bezug auf die Besänftigung von Schmerzen und die Beförderung der Resorption von Beckenexsudaten, desgleichen bei der Behandlung von Prostatavergrösserungen, wobei eine Elektrode in den Mastdarm, die andere oberhalb der Schamgegend appliziert wurde. Bei neuromuskulärer Atrophie wirkt der sinusoïdale Strom nur dann fördernd, wenn keine Entartungsreaktion besteht.

Etwas eingehender äussert sich B. über die Behandlung von Herzleiden mit Wechselstrombädern und verspricht zum Schluss seinerzeit über seine therapeutischen Erfahrungen bei Behandlung peripherischer und spinaler Lähmungen mit sinusoïdalen, namentlich gleichgerichteten Strömen zu berichten.

L. Mann. „Elektrodiagnostische Untersuchungen mit Kondensatoren-Entladungen". (Berliner klinische Wochenschrift 1904.)

Die Broschüre enthält ein Résumé des an der 75. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Cassel gehaltenen Vortrages, in welchem der Verfasser nach einem längeren Vorwort über die Bedeutung einer präzisen Elektrodiagnostik im allgemeinen und über die Zuverlässigkeit der bisherigen Methoden (die Duboissche Voltaïsation inbegriffen) zu der Frage der Verwertbarkeit von Kondensatorentladungen schreitet. — Nach einer kurzen historischen Erläuterung beschreibt der Verfasser hauptsächlich die Methode und den Apparat von Zanietowski, durch welchen, wie sich der Verfasser äussert, „erst eine praktische Ausgestaltung für die Elektrodiagnostik zuteil geworden ist". — Nach Rücksprache mit demselben hat auch Verfasser eine billige Modifikation konstruieren lassen und an einer Reihe von Versuchen die Exaktheit und Konstanz der Methode geprüft, wobei er festgestellt hat, dass wirklich, wie es Zanietowski beschrieben hatte, bei Untersuchung desselben Nerven in derselben Sitzung sich das gleiche Resultat ergibt, dass die Erregbarkeit durch die Untersuchung selbst unverändert bleibt, mit Ausnahme des Tetanus (Manns therapeutischer Vorschlag über Wirkung auf paretische Muskeln), dass zuletzt die individuelle Hautbeschaffenheit und der Widerstandseinfluss bei der obgenannten Methode das Resultat nicht so beeinflussen, wie es bei anderen

Digitized by Google

Methoden üblich war. — Andere, von Zanietowski beschriebene pathognomische Reaktionen sind in der vorliegenden Monographie nicht berührt worden. — Da die Ergebnisse der Arbeiten von Zanietowski dem Leserkreis des vorliegenden Blattes bekannt sind, verzichten wir hier auf eine genauere Analyse und können nur so viel betonen, dass die bisherige wohlwollende Kritik seiner Methode, wie eine solche von Cluzet, Cohn, Waller, Roth, Dubois u. a. geäussert wurde, mehr für die Teilnehmer wissenschaftlicher Kongresse und die Leser spezieller Zeitschriften bestimmt war, während die vorliegende Mannsche Vorlesung und dessen zahlreiche klinischen Versuche gewissermassen darnach strebten, in breiten praktischen Kreisen „ein ernstliches Interesse“ für eine präzise Methode zu erregen, „welche bisher anscheinend nicht so viel Beachtung gefunden hat, wie es ihr gebührt“, besonders in den Zeiten „einer gegenwärtig herrschenden Abneigung gegen elektrodiagnostische Untersuchungen“.

Hoorweg und **Ziehen.** Elektrodiagnostische Untersuchungen mit Hilfe der Kondensatormethode. (Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie. 1904, XV. 6.)

Die Verfasser beschreiben eine Reihe von Versuchen, welche mittels der Hoorwegschen Methode durchgeführt wurden, und welche darin bestanden, an Nervenkranken durch eine Kombination von Galvanisation und Kondensatorreizung zwei Coëffizienten α und β zu berechnen (Anfangserregbarkeit und Extinktionscoëffizient), deren gesonderte Bestimmung „als eine Hauptaufgabe der elektrodiagnostischen Untersuchung“ betrachtet werden soll. — Die Methode besteht darin, dass man die Erregbarkeit des Muskels vermittelst galvanischen Stromes (Intensität i) und vermittelst zwei verschiedener Kondensatorentladungen (Kapazitäten C_1 und C_2, Spannungen P_1 und P_2) bestimmt und daraus α und β berechnet. — In den Versuchszeiten der Verfasser war $\alpha = 10^3 \times \frac{\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2}}{P_1 - P_2}$ und $\beta = \alpha i$, wobei für den „normalen“ Muskel α um den Wert von 3000, β um 1500 schwankte. — Bei kranken Individuen stellte sich bisher so viel heraus, dass die Herabsetzung der α-Werte bei peripherischen und nuklearen Lähmungen unzweifelhaft ist, während das Verhalten von β zweifelhaft blieb, was für die praktische Diagnostik, wie es die Verfasser selber zugeben, „ohne Bedeutung ist“. — Die Verfasser erwähnen aus der ganzen Kondensatorliteratur nur die „analogen Beobachtungen von Dubois“ und die aus einem kurzen Referat bekannte Vorlesung von Mann in der Versammlung zu Cassel. — Inwiefern es uns bekannt und aus der neuerlich in der Berliner klin. Wochenschrift in extenso gedruckten Mannschen Vorlesung ersichtlich ist, erwähnte derselbe in Cassel die Arbeiten von Cluzet, Sudnik und Chanoz, hauptsächlich aber diejenigen Versuche, welche mit Hilfe des Apparates von Zanietowski und der nach Rücksprache mit demselben konstruierter Mannscher Modifikation durchgeführt wurden. Da aus den früheren Versuchen von Zanietowski sich nun nicht nur die praktische Ver-

Digitized by Google

wendbarkeit der Kondensatormethode für die Klinik erwiesen hatte, sondern auch die Möglichkeit interessante qualitative und quantitative Reaktionen bei verschiedenen Krankheiten nachzuweisen (Tetanie, Myasthenie, Myotonie, Paralysen, Syringomyelie), wäre es vielleicht doch von Belang, dass Hoorweg und Ziehen, bei Gelegenheit ihrer höchst interessanten und streng wissenschaftlichen Versuche, zu ihren bisherigen „spärlichen Resultaten über nucleare und periphere Lähmungen", neue praktische Befunde hinzufügen, die bisherigen klinischen Resultate mit ihrer eigenen Methode prüfend, um dadurch in eminenter Weise zu beweisen, „dass eine derartige Vertiefung unserer Erkenntnisse auch praktische Ergebnisse verspricht".

Wirkungen des Radiums auf lebende Tiere und auf das Bindegewebe ihrer Haut. (Aus der Pariser Zeitschrift „Le Radium", No. 5, 1904.)

Seit einigen Jahren verfolgt Herr Danysz im Institut Pasteur die Wirkungen, welche Strahlungen und Ausströmungen der Radiumsalze auf verschiedene tierische Hautgewebe und Organismen hervorbringen. Er äussert sich darüber folgendermassen:

Wenn man ein in Glas oder Kautschukröhrchen eingekapseltes Radiumsalz auf menschliche Haut legt, so verursacht es an der belegten Stelle eine um so tiefere Wunde, je nachdem die Belegung längere Zeit gedauert hat und die verwendete Substanz grössere Aktivität besass. Diese Tatsache ist auch schon früher durch die Herren Giesel, Curie, Becquerel und andere Forscher bestätigt worden.

Die Reaktion auf der Haut geschieht übrigens nicht sofort; im Augenblick des Auflegens bemerkt man nichts, sondern erst 8, 15 und selbst 20 Tage später erscheinen Blutanhäufungen an der fraglichen Stelle. Und grade diese verzögerte Entwicklung des schädigenden Einflusses ist die eigenartige und wichtigste Erscheinung bei den mysteriösen Wirkungen der Becquerelstrahlen auf lebende Hautgewebe.

Ein Präparat von Chlorbarium und Radium, welches ungefähr 10 % reines Radium enthält und dessen Aktivität ungefähr 500 000 ist (metallisches Uranium, als Einheit angenommen), verursacht auf menschlicher Haut nach Auflegung während einiger Minuten eine sichtbare Blutanhäufung (gerötete Stelle).

Das nämliche Präparat auf die Haut eines Kaninchens oder Meerschweins während 24 Stunden angebracht, ruft eine vollständige Zerstörung der Haut hervor und erzeugt ein Loch darin.

Mit Kaninchen und Meerschweinchen unter denselben Bedingungen operierend konnte Herr Danysz feststellen, dass die Haut der letzteren viel leichter verletzbar ist als die der ersteren. Ein Versuch, welcher bei Meerschweinchen eine erhebliche Wunde verursacht, befördert anderseits bei Kaninchen nur den Haarwuchs ihres Fells. Die Radiumstrahlen scheinen also unter gewissen Bedingungen auch anregende Wirkungen zu äussern.

Digitized by Google

Die tierischen Eingeweide scheinen weniger sensibel gegen die Wirkungen der Strahlen zu sein. So z. B. riefen Versuche, bei denen man Glasröhrchen mit radioaktivem Bariumsulfat gefüllt, während 1—4 Monat in die Bauchhöhlen einiger Meerschweinchen gelegt hatte, keine derartige Verletzungen wie auf der Haut hervor.

Ganz anders stellen sich die Wirkungen dem Zentralnervensystem gegenüber, welches ausserordentlich mehr empfindlich ist als die Haut.

Wenn man unter die Haut einer 1 Monat alten Maus ein Glasröhrchen, welches ungefähr 1 Centigramm des Radiumsalzes von der Aktivität 500 000 enthält, genau über der Wirbelsäule oder einer Seite der Hirnschale placiert, so ruft man damit schon nach 3 Stunden Lähmungserscheinungen hervor. Nach 7—8 Stunden wird das Tierchen von Krämpfen befallen, welche immer häufiger werden, sofern man das Röhrchen an seinem Platze lässt, und es nach 12—18 Stunden töten. Mäuse, welche 3—4 Monate alt sind, und in ähnlicher Weise behandelt wurden, starben nach 3—4 Tagen, einjährige Mäuse starben nach 6—10 Tagen.

Drei Meerschweinchen, 8—12 Tage alt, welche während 24—48 Stunden das fragliche Röhrchen mit Radium unter der Haut in der Kreuzgegend unmittelbar unter der Wirbelsäule getragen hatten, waren im Hinterteil vollständig gelähmt und unterlagen nach 6—8 Tagen später unter ähnlichen Krampfanfällen wie die kleinen Mäuse. Erwachsene Meerschweine und Kaninchen in gleicher Weise behandelt, zeigten nicht sofort die nervösen Erscheinungen, sondern starben immer erst einige Wochen oder Monate später.

Ein grosses ausgewachsenes Kaninchen hielt eine Belegung der Hirnhaut (nach Trepanierung) mit demselben Radiumröhrchen während 8 Stunden aus. Zwei Tage nach der Operation zeigte sich nichts Anormales, aber am dritten Tage folgte die Lähmung und später der Tod.

Die Larven von Insekten und vornehmlich Mehlwürmern, welche in einer Glasröhre mit einem Radiumröhrchen von 500 000 Aktivität eingesperrt waren, wurden nach 24 Stunden zunächst in ihrer Bewegungsfähigkeit gelähmt und starben 2—3 Tage später. In diesem Falle scheint es das Nervensystem zu sein, welches am stärksten angegriffen wurde.

Ausserdem hat Herr Danysz die Wirkungen des Radiums aus einiger Entfernung auf kleinere Tierchen beobachtet. Er sperrte nämlich Mäuse in ein Holzkästchen und brachte das Radium über dem Käfig auf ein Brettchen an, welches eine Öffnung hatte, sodass die Strahlen in den Käfig eindringen konnten und nicht erst durch dickes Holz hindurchgehen mussten. Das wichtigste Ergebnis aus diesen Versuchen besteht darin, dass die Schwere der Verletzungen mit der Stärke der Radioaktivität und Zeitdauer der Bestrahlungen wächst. Nach 20 Tagen einer ununterbrochenen Bestrahlung mit radioaktivem Bariumsalz waren 2 Mäuse, welche auf 8 Zentimeter Entfernung bestrahlt wurden, gelähmt und starben kurze Zeit darauf. Die Haut war stark blutunterlaufen, erweicht und wie verbrüht, sie zerriss schon beim leisesten Zerren.

Nach einer Bestrahlung von 15 Tagen mittels eines Röhrchen reinen Radiums erlitten 2 ausgewachsene Mäuse tiefgehende Blutanhäufungen unter

Digitized by Google

der Haut, Lähmungen der Glieder und Tod nach 22 Tagen. Der gleiche Versuch bei 6 kleinen, einen Monat alten Mäusen wiederholt, verursachte schon nach 4 Tagen ein vollständiges Ausfallen der Haare über Rücken und Flanken und führte, nach 10 Tagen den Tod herbei, ohne dass Blutanhäufungen (Kongestionen) unter der Haut entstanden waren.

In allen diesen Fällen scheinen auch innerliche Blutergüsse stattgefunden zu haben. Wenn man das den Bestrahlungen ausgesetzt gewesene Gehirn und das Rückenmark genauer untersucht, so findet man die Kapillarröhrchen zerrissen und die Nervensubstanz in Blut schwimmend. Die Nervenzellen zeigen aber keine wahrnehmbare Veränderung. Andernfalls müssten alle diese Versuche eine direkte Einwirkung auf die Nervenzellen zutage gefördert haben.

Bekanntlich entwickeln die Radiumsalze ausser Strahlen auch Gasausströmungen. Auch die Wirkungen dieser letzteren auf verschiedene Organismen hat Herr Danysz in Gemeinschaft mit Herrn Curie untersucht.

Raupen in einem Glasrohre, welches mit solchen Gasausströmungen erfüllt ist, werden in der gleichen Weise wie durch Strahlen gelähmt. Die Milzbrandmikroben (bacillus anthracis) entwickeln sich nicht in einer mit Radiumgasen erfüllten Atmosphäre, trotzdem sie 24 Stunden darin verbleiben. Auch mit verschiedenen anderen Thieren wie Mäusen und Meerschweinchen hat Herr Danysz gleiche Versuche im grossen angestellt. Er hat sich zu diesem Behufe eines grossen Glaszylinders von etwa 30 cm Durchmesser und 50 cm Höhe bedient und diesen mit einer Gasentwicklungsflasche durch ein Kautschukrohr in Verbindung gesetzt. In der Flasche befand sich ein offenes Gläschen mit einer Lösung des nötigen Radiumsalzes zur Entwicklung der fraglichen Gase. Letztere gelangen aus der verkorkten Flasche durch ein Glas- bezw. Kautschukrohr am Fusse des grossen Glaszylinders in diesen, breiten sich darin aus und entweichen schliesslich in die Luft. Um den zu beobachtenden Tierchen den Aufenthalt im Glaszylinder so bequem wie möglich zu machen und auch sicher zu gehen, dass sämtliche Tiere gleichmässig Radiumgase einatmen, hat man den Glaszylinder etwa bis zur Hälfte mit loser Watte gefüllt und die Tierchen auf die oberste Watteschicht gesetzt. Der Glaszylinder bleibt dauernd durch einen Pappdeckel geschlossen.

Diese Anordnung gestattet einerseits eine ununterbrochene Gasentwicklung und gleichmässige Füllung des Beobachtungsraumes mit Radiumgasen und anderseits lassen sich die Wirkungen der Gase auf die eingesperrten Tiere wahrnehmen, ohne dass diesen die Freiheit des Atmens und der Bewegung geraubt werden.

Das Vorhandensein von Radiumgasen im Beobachtungszylinder lässt sich vermöge einer photographischen Platte feststellen. Letztere wird in schwarzem Papier eingehüllt unter den Papierdeckel angebracht und ausserdem der Beobachtungszylinder vollkommen verfinstert. Nach kurzer Exposition ist die Einwirkung bemerkbar, indem die Platte sich geschwärzt zeigt.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Resultate der vorliegenden Versuche wertvolle Aussichten eröffnen und viele Forscher zu weiteren Beobachtungen auf diesem Gebiete anregen werden, welche glänzende Erfahrungen und reichen Lohn versprechen. v. Rüdiger.

Digitized by Google

II. Neue Bücher.

L. Mann. „Elektrodiagnostik und Elektrotherapie". (Medizinische Handbibliothek. Wien und Leipzig, 1904.)

Wiederum ein neues Handbuch der Elektrotherapie und doch ein dem praktischen Zwecke vollkommen entsprechendes und in der Darstellungsart aus gewissermassen ganz originellem Gesichtspunkte höchst interessantes Büchlein. — Zuerst: die kurze und doch nicht oberflächliche Orientierung des praktischen Arztes über das gesamte Gebiet der Elektro-Medizin, ohne Ausnahme der sämtlichen „modernen" Methoden, die sogar in manchen neuen Lehrbüchern gar nicht oder beinahe gar nicht berücksichtigt werden; dann die Erläuterung der technischen Seite durch „schematische" Zeichnungen und nicht durch Abbildungen von Apparaten, welche an äusserer Konstruktion so verschieden sind; zuletzt allernötigste Einschränknng der physiologisch-theoretischen Teile und Verzicht auf alle Literatur- und Autorenangaben: dies sind, sozusagen, die äusseren wichtigsten Eigenschaften des Büchleins. — Der innere, leitende Gesichtspunkt wäre vielleicht am besten darin zu fassen, dass der Verfasser den praktischen Arzt, sowohl durch die kurze kritische Schilderung aller möglichen Methoden, als auch durch die entsprechende Anordnung des Stoffes, dazu gewissermassen zu zwingen versucht, nicht nur das grosse Ganze in leichtem Wege zu erlernen, was heute, ausser den alten, „landläufigen Methoden", zur Verfügung stehen dürfte und doch leider so oft wenig bekannt ist, als auch bei Anwendung dieser Methoden in praxi logisch und wissenschaftlich zu denken, um bei jedem konkreten Fall klar darüber zu bleiben, welche Beeinflussung zu erwarten ist. — In dieser letzten Hinsicht ist der Verfasser selbst der Ansicht, dass bei der Wahl der Methode sowohl die suggestive, als die materielle Wirkung der Elektrizität nie zu verkennen sind. Ohne hier in eine kritische Besprechung der Sache einzugehen, kann nur betont werden, dass der Verfasser zur materiellen Wirkung die elektrotonischen Eigenschaften des galvanischen Stromes (anregende und sedative Wirkung) und die analoge Wirkung des Induktionsstromes, dann die „Fixierung" der veränderten Erregbarkeit vermöge eines gewissen „Gedächtnisses des Nervensystems", die Wirkung gewisser Ströme auf die Vasomotoren (Arsonval), endlich die elektrochemischen Vorgänge wie Kataphorese bei Galvanisation, Elektrolyse bei Franklinisation und Steigerung der Oxydationsvorgänge bei Arsonvalisation zählt. — Wo der Arzt von einer der oberwähnten Wirkungen überzeugt ist, hat er die Verpflichtung (sagt der Verfasser), seine Behandlungsmethode auf „ganz bestimmten physikalischen und physiologischen Grundsätzen" aufzubauen; wo eine Beeinflussung auf rein suggestivem Wege zu erwarten ist, wird er die Aufgabe haben, in jedem einzelnen Falle „mit psychologischem Takt" diejenige Methode zu wählen, welche am meisten geeignet ist, die „Vorstellungen des Patienten" zu beeinflussen. — Durch diese Äusserung, welche sich dann als Leitfaden

Digitized by Google

durch das Büchlein zieht, hat sich der Verfasser vorsichtig in die Mitte zwischen Materialisten und Suggestionisten gestellt, den Arzt dazu gezwungen, selber zu wählen, zu lernen und durch Beobachtungen die Wissenschaft zu fördern, endlich sowohl sich selbst als den Arzt vor Parteilichkeits-Vorwürfen geschützt. — Diese Parteilosigkeit ist auch überall im Büchlein insofern ersichtlich, dass die „modernen Methoden" in gleicher Weise beschrieben sind, wie die bisherigen, und nicht, wie in anderen Lehrbüchern, als Abarten des elektrischen Stromes, die nur der Vollständigkeit halber anhangsweise erwähnt werden. — Diese Parteilosigkeit und die Verzichtleistung auf theoretische Erörterungen und Literaturangaben hat auch an mancher Stelle das interessante Thema in praktische Kürze zusammengefasst, wie zum Beispiel die nicht ganz eingebürgerte Voltaïsationsfrage, die Pathognomie mancher zweifelhafter Reaktionen, endlich die sorgfältigen Versuche, welche der Verfasser selbst mit dem Kondensatorapparat von Zanietowski und der, nach Rücksprache mit demselben, konstruierter eigenen Modifikation, durchgeführt hatte, und die wo anders ausführlich erwähnt werden, hier aber, wegen der unparteilichen, praktischen Verteilung des Stoffes, nur knapp beschrieben und in ihrer Wichtigkeit für die Zukunft der Elektromedizin dargestellt sind. — Das Gebiet der Lichtbäder und der Röntgenotherapie sind ganz bei Seite gelassen; als kurzer Anhang ist auch die elektrodiagnostische Technik behandelt worden, die wo anders beinahe die Hälfte des Werkes in Anspruch nimmt; dadurch bleibt im kleinen und doch vollständigen Werke mehr Platz für solche Dinge übrig, die heute in den Kreis der praktischen Medizin mit einverleibt, und aus dem Laboratorium des Spezialisten in das Ordinationszimmer des Praktikers übersiedelt werden müssen. — Wer vielleicht auch in einzelnen theoretischen Erörterungen der Elektrizitätswirkung mit dem Verfasser nicht einig sein sollte, darf doch mit der Form der Schilderung und dem oberwähnten praktischen Zweck dieser Form vollkommen übereinstimmen und nur herzlich dem Büchlein wünschen, das Bestreben des Verfassers baldigst in Erfüllung zu bringen.

Zanietowski.

A. v. Waltenhofen. Die internationalen absoluten Masse, insbesondere die elektrischen Masse. Dritte, zugleich als Einleitung in die Elekrotechnik bearbeitete Auflage. VII. u. 306 S., 8°. 42 Figuren. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1902 (Preis 8 Mk.)

Das Buch gibt eine Darstellung des gesamten absoluten Mass-Systems auf 82 Seiten, wovon 13 Seiten auf eine Darstellung des C—G—S-Systems im allgemeinen, 23 Seiten auf mechanische Masse, der Rest auf die magnetischen, elektrischen und elektromagnetischen Masse kommen.

Neben der bekannten Darstellung des absoluten Mass-Systems in Müller-Pouillets „Lehrbuch der Physik" und in dem kaum 40 Seiten umfassenden, für mathematisch geschulte Physiker bestimmten Anhange zu Kohlrauschs „Praktischer Physik" besassen wir bis vor kurzem zur Orientierung auf diesem wichtigen Gebiete nur Lehmanns „Elektrizität und Licht", um eine Einführung in die messende Elektrizitäts-Lehre zu gewinnen.

Digitized by Google

Während Lehmann über die quantitativen Beziehungen hinaus weit in das qualitative Gebiet eindringt und sich nicht streng an das absolute Mass-System hält, ergänzt v. W. seinen systematischen Teil durch einen Anhang, der nunmehr alle wesentlichen quantitativen Seiten der gesamten Elektrotechnik umfasst, und durch die Vereinigung von streng rechnerischer Darstellung und einfacher Anschaulichkeit ausgezeichnet geeignet ist, Leser, die nichts von höherer Mathematik verstehen, doch rationell und zusammenhängend mit der quantitativen Seite der Elektrotechnik bekannt zu machen. Gewiss ist unsere Zeit, welche den Röntgen-Induktor und den Wechselstrom-Transformator in soviele ärztliche Instrumentarien eingeführt hat, reif für das Erwachen des Interesses an der quantitativen Seite dieser Erscheinungen.

Das vorliegende Buch ist nun so eingerichtet, dass ein zweiter Teil von 215 Seiten in 4 Abschnitten, welche den ersten 4 Abschnitten des ersten Teils entsprechen, Erweiterungen und Erläuterungen jener Abschnitte des ersten Teils bringt, zugleich mit ihrer Anwendung auf die gegenwärtig in der Elektrotechnik gebräuchlichen Maschinen und Apparate, während Abschnitt 5 und 6 des zweiten Teils die Theorie der Wechselströme und Transformatoren und quantitative Daten über Bemessung elektrischer Leitungen und über Stromwärme bringt.

Die Anordnung des Buchs gewährt also die Möglichkeit, sich schnell und im Zusammenhange über das Masssystem und seine Anwendung zu informieren und an jedem Punkte der Darstellung durch Nachschlagen im zweiten Teile in die zugehörigen technischen Erscheinungen einzudringen.

Einzelheiten über das mechanische Detail der Maschinen-Konstruktion darf man von dem Buche, das nicht illustrieren, sondern rationell denken lehren will, nicht erwarten.

Kurella.

A. Righi und **B. Dessauer.** Die Telegraphie ohne Draht. VIII. u. 481 S. 8⁰. Mit 258 Abbildungen. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1903. (Pr. 10 Mk.)

Der berühmte Physiker in Bologna und sein deutscher Assistent haben sich vereinigt, um die theoretischen Grundlagen und die technische Gestaltung der drahtlosen Telegraphie ausführlich darzustellen. Die einzelnen Abschnitte sind von dem jedesmaligen Verfasser besonders gezeichnet; eine merkliche Differenz tritt in den verschiedenen Teilen nicht hervor.

Man kann es mit Freude begrüssen, dass die Autoren eine vollständige Darstellung der Lehre von der Elektrizität geben, vielleicht die beste der auf jede, auch jede ganz elementare, mathematische Entwicklung und Formulierung verzichtenden bisher verfassten Darstellungen. Dabei gelangen doch die tiefsten und letzten Begriffe, besonders auch die der Elektronen-Theorie (S. 91—101), letztere durch Righi selbst, zur Darstellung.

Es ist aber zu bedauern, dass diese Anlage des Werks nicht im Titel angedeutet wird.

Digitized by Google

Diese Darstellung der Elektrizilätslehre im allgemeinen umfasst 101 Seiten, es folgt die Behandlung der Entstehung und Eigenschaften der elektrischen Wellen auf 134 Seiten; das eigentliche Thema des Buches, die drahtlose Telegraphie mittels elektrischer Wellen, behandelt auf 190 Seiten der dritte Teil, in einem Schlussabschnitt von 54 Seiten behandelt es die mit anderen Mitteln als Hertzschen Wellen jedoch mittels elektrischer Phänomene ohne Leitung erzeugten Übertragungen von Tönen und Signalen in die Ferne (Photophon, Radiophon, akustische Verwendung des Lichtbogens, drahtlose Telephonie); eine interessante Darstellung der photoelektrischen Erscheinungen leitet diesen Teil ein.

Im Hauptteile (dem dritten) wird Konstruktion und Wirkung der für elektrische Wellen verwendeten Transformatoren, Induktorien und Unterbrecher eingehend und kritisch dargestellt; diese Paragraphen sind auch für die medizinische Elektrotechnik wichtig, und gerade sie und die ausgezeichnete Einleitung rechtfertigen ein näheres Eingehen auf diese Schrift an dieser Stelle.

Die abgestimmte Telegraphie wird auf 70 Seiten eingehend dargestellt; das ihr zugrunde liegende Resonanz-Prinzip ist schon vorher (S. 120—128) im II. Teile behandelt worden. R. würdigt vollkommen objektiv neben den Verdiensten von Braun, Slaby und Arco auf diesem Gebiete die seines Landsmannes Marconi; diese Objektivität hat ihm bald nach dem Erscheinen des Buchs einen flammenden Protest des überaus empfindlichen italienischen Technikers eingetragen.

Reiche Literatur-Nachweise am Ende jedes selbständigen Paragraphen regen zur Vertiefung in die zahlreichen Einzelprobleme an.

Kurella.

Digitized by Google

Zeitschrift für Elektrotherapie
und die physikalischen Heilmethoden.

Band VI. 1904. Heft 11.

A. Abhandlungen.

I.

Elektro-diagnostische Mitteilung.

Von Dr. W. G. Huet,
Nervenarzt in Haarlem.

Die Kasuistik der Entartungsreaktion bei Oculomotorius-Lähmungen ist nicht so reich, dass ein Beitrag mir unberechtigt erscheint. Eine Beschreibung von zwei Fällen selten vorkommender Neuritiden, welche zu gleicher Zeit von mir beobachtet und demonstriert wurden, füge ich hinzu.

Die erste Patientin ist eine verheiratete Frau, vierzig Jahre alt, die zweimal Abortus gehabt hat, kinderlos; sie hat keine besonderen Krankheiten durchgemacht. Symptome von Lues oder Tuberkulose hat sie nicht. Vor 15 Jahren ist sie gefallen, wobei sie sich am Kopf gestossen hat und zwar am linken Os. pariet., wo noch immer Druckempfindlichkeit besteht. Ende Januar 1902 ist sie plötzlich erkrankt mit heftigem Kopfweh, Erbrechen und Durchfall; wenige Stunden danach war sie verwirrt und unruhig und verlor bald darauf das Bewusstsein; dabei zeigte sich Fieber. Schon einige Tage vor diesem akuten Anfange hatte sie sich müde und schlaff gefühlt. Ferner gibt sie an: Als sie zum Bewusstsein kam, konnte sie nicht sprechen und war gelähmt am rechten Arm und Bein, während auch das Gesicht schief verzogen gewesen ist. Allmählich verschwand die rechtsseitige Lähmung, doch fiel das linke Auge zu; letzteres geschah reichlich einen Monat nach dem Anfange ihrer Krankheit; die Sprachstörung blieb, doch wurde nach und nach geringer; sie konnte Gegenstände, die ihr gezeigt wurden, nicht benennen, sondern nannte unrichtige Wörter. Aus sich selbst heraus sprechen ging anfangs gar nicht, später wohl. Was man ihr sagte, begriff sie richtig. Bedeutende hereditäre Momente bestehen nicht.

Digitized by Google

Status präsens. Die Patientin ist eine schmächtige Frau, ohne Abweichungen am Herzen und an den Lungen; alle Funktionen sind normal. Das linke Augenlid ist herabgesunken, das linke Auge steht in der Aussenecke der Lidspalte, die Pupille ist weiter als die des rechten Auges und reagiert nicht auf Lichteindrücke. Doppelbilder hat sie nicht. Die Sehkraft ist auf dem linken Auge verringert, der Fundus oculi ist normal. Sie kann das Auge nicht bewegen, nur bei dem Blicke nach links oben weicht es ein wenig mehr nach aussen ab. Die Innervation des Gesichtes geschieht nach beiden Seiten gleich kräftig, die Zunge wird etwas nach rechts ausgestreckt. Am 5. und 8. Nervenpaare sind keine Abweichungen zu finden. Der rechte Arm und das rechte Bein sind etwas schwächer als die der linken Seite, es besteht keine Abweichung in der oberflächlichen und tieferen Sensibilität; kein Tremor, keine Ataxie. Es entstehen im rechten Arme Mitbewegungen beim Sprechen, besonders wenn sie ein Wort nicht finden kann. Die Muskelreflexe sind rechts kräftiger als links, doch beiderseits lebhaft. Die Patientin hat Schwierigkeiten beim spontanen Sprechen; oft kann sie ein Wort nicht finden und umschreibt es oder schweigt nach einigen vergeblichen Versuchen. Lesen und Schreiben geht gut, das Nachsprechen von Wörtern ebenfalls. Sie verstand alle an sie gerichteten Worte, kennt alle Gegenstände, doch weiss nicht immer deren Namen und in den meisten Fällen nicht sofort.

Die Frage drängt sich auf: welche Krankheit hat sie im vorigen Jahre plötzlich befallen? Nach einigen Tagen leichten Unwohlseins ist sie plötzlich erkrankt mit Fieber, Kopfweh und Erbrechen, danach Delirium und Bewusstlosigkeit. Als sie wieder zum Bewusstsein kam, bestanden Sprachstörung und Hemiplegia dextra. Die Hemiplegie verschwand und ungefähr einen Monat nach dem Anfange der Krankheit trat eine Oculomotorius-Paralyse links auf und zwar eine Ophthalmoplegia interna et externa mit Erhaltung der Funktion des N. abducens und trochlearis. (Was letzteren betrifft, zweifelhaft.)

Zu allererst wird man an Apoplexie denken, auch akute Encephalitis und Meningitis müssen in Betracht gezogen werden. Wo die Rede ist von Aphasie, in Begleitung von Hemiplegia dextra, ist Apoplexie sehr wahrscheinlich; jedoch ist der Anfang der Krankheit nicht typisch und ist diese Auffassung nicht in Einklang mit der später aufgetretenen linksseitigen Oculomotorius-Paralyse.

Vieles deutet auf Polio-encephalitis acuta. Das Krankheitsbild wird, wenigstens theoretisch, erklärt, wenn man verschiedene Herde annimmt. Praktisch lässt sich schwerlich annehmen, dass ein Herd, der den linksseitigen Oculomotoriuskern gänzlich vernichtete, den Kern der rechten

Digitized by Google

Seite ganz intakt gelassen haben sollte, bei der Tatsache, dass diese beiden Kerne, Organe von sehr geringem Umfange, ganz nahe aneinander liegen. Will man die Möglichkeit eines Herdes annehmen, so müsste dieser linkssitzende Herd eine grosse Ausdehnung haben, um andauernde Sprachstörungen und vorübergehende Hemiplegie zu verursachen und zugleich, in der einen oder anderen Weise, den Stamm des linken N. oculomotorius zu lähmen. Ausserdem bleibt dann das nachträgliche Eintreten dieser Lähmung sonderbar.

Die Diagnose Meningitis erklärt den akuten Anfang der Krankheit und den Symptomen-Komplex, wie solcher sich gezeigt hat. Die Sprachstörung und die vorübergehende Hemiplegie bilden bei an Meningitis Leidenden eine öfters wahrgenommene Erscheinung, die geheilt sind; auch das Auftreten von Lähmungserscheinungen an den Augenmuskeln ist dabei bekannt. Die verschiedenen Erscheinungen lassen sich erklären aus dem lokal kräftigeren oder schwächeren Eingreifen der Krankheit. Das spätere Auftreten der Symptome am Auge lässt sich mit Grund erklären durch die Einklemmung des N. oculomotorius in den sich zusammenziehenden und schrumpfenden Resten des Exsudates (fibrinös oder purulent) an jener Stelle, oder durch sekundäre Entzündung des Nerven. Eingezogene Erkundigungen bei dem Arzte, der die Patientin im akuten Stadium der Krankheit behandelte, bestätigen obige Diagnose; sie soll an Meningitis cebrospinalis epidemica gelitten haben.

Die Ptosis links bildet einen Unterteil der allgemeinen Oculomotorius-Paralyse; es bleibt eine kleine Spalte bestehen, wenn der M. orbic. oculi entspannt ist, die Pupille ist erweitert und bleibt beim Einfallen des Lichts oder dem Versuch zur Akkomodation gleich weit geöffnet. Das Auge ist nach der Aussenecke hingezogen und wird durch die Kontraktur des M. rectus externus in dieser Lage gehalten. Doppelbilder sieht die Patientin nicht, wenn das Augenlid aufgehoben wird; früher soll dieses wohl der Fall gewesen sein. Merkwürdig ist die Tatsache, dass bisweilen, wenn die Patientin abends ruhig dasitzt, das Augenlid sich hebt und das Auge auf kurze Zeit geöffnet bleibt.

Bei Untersuchung mit dem galvanischen Strom ist es möglich, eine Kontraktion des M. levator palpebr. superioris hervorzurufen. Die knopfförmige Elektrode wird in die Höhlung zwischen Orbita und Augenball gedrückt, ein wenig lateralwärts von der Incisura orbitalis super. Die Kontraktion tritt auf bei K. S., wobei die Stromstärke unter $^1/_2$ MA bleibt; diese Kontraktion ist träge und nach ungefähr zehn Reizungen, die allmählich schwächer beantwortet werden, reagiert der Muskel nicht mehr.

Bekanntlich sind die Augenmuskeln, unter gewöhnlichen Umständen,

Digitized by Google

der elektrischen Untersuchung unzugänglich; der motorische Punkt, das heisst der Punkt, von welchem bei einer bestimmten Stromstärke die kräftigste Kontraktion hervorgerufen werden kann, liegt bei den Augenmuskeln ausser unserem Bereich. Die Tatsache, dass wir bei dieser Patientin eine Kontraktion des M. levator palp. super. erregen können, scheinbar in Widerspruch mit obengenannter Behauptung, findet ihre Erklärung in der Veränderung der Lage des motorischen Punktes, wie solche sich vorfindet bei Muskeln, die Entartungsreaktion zeigen.

Es würde mich zu weit führen, wenn ich eine vollständige Übersicht geben wollte über die verschiedenen Formen, worunter diese Entartungsreaktion (ganz oder teilweise) sich zeigt. Die zwei Abweichungen, die träge Kontraktion und die veränderte Lage des motorischen Punktes im beschriebenen Falle, will ich indessen näher betrachten. Wenn infolge einer Affektion des peripherischen Neurons ein Muskelleiden auftritt, verrät sich solches durch eine Modifikation in der Geschwindigkeit der Kontraktion, womit der Muskel reagiert, falls der motorische Punkt durch den galvanischen Strom gereizt wird. Bekanntlich spricht man von indirekter und direkter Reizung eines Muskels. Im ersteren Falle lässt man den elektrischen Strom auf den Nerven einwirken und sieht dann den durch den Nerven innervierten Muskel oder die innervierte Muskelgruppe sich zusammenziehen. Bei direkter Reizung wählt man die Stelle auf dem zu untersuchenden Muskel, wo, bei möglichst geringer Stromstärke, unter normalen Umständen, eine Kontraktion wahrgenommen wird. Dieser Punkt fällt meistens, jedoch nicht immer, zusammen mit der Stelle, wo der Nerv in den Muskel hineintritt. Dass im letzteren Falle von einem auf die Muskelfasern direkt ausgeübten Reiz keine Rede ist, fällt sofort auf, da ja an dieser Stelle der elektrische Strom den Anfangspunkt der sich nach allen Richtungen verzweigenden Nerven trifft. Wenn infolge eines Leidens des peripherischen Neurons die indirekte Erregbarkeit aufgehoben ist, so kann man doch vom motorischen Punkte aus eine Reaktion auf den galvanischen Strom wahrnehmen. Diese Tatsache ist wohl Ursache, dass man den Namen direkte Reizung eingeführt hat, in der Annahme, dass, wenn durch Absterben eines Nerven dessen Erregbarkeit aufgehoben ist, nunmehr die Reacktion der Muskelfasern selbst an den Tag tritt. Dass diese Reaktion ausserdem eine Abweichung zeigt gegen diejenige, welche an der Stelle in normalen Fällen dort wahrgenommen wurde, nämlich eine viel trägere Kontraktion, bekräftigte diese Ansicht. Es ist wichtig, die Geschwindigkeit, womit ein Muskel in normalen Umständen sich zusammenzieht, zu kennen, um die eventuelle Abweichung in der Geschwindigkeit auf ihren genauen Wert hin schätzen zu können.

Digitized by Google

In diesem Punkte verhalten sich die verschiedenen Muskeln, je nach ihrem Baue und ihrer Länge, verschieden; im allgemeinen kann man sagen: je massiger der Muskel ist, um so langsamer findet die Kontraktion statt. Bei den kleineren Muskeln, z. B. denen des Gesichtes, ist die Geschwindigkeit der Kontraktion ziemlich gross und ist die Abnahme der Geschwindigkeit, wenn die Entartungsreaktion eingetreten ist, derart, dass sie auch von einem Nicht-Sachverständigen sofort richtig geschätzt wird. Obwohl nun die Geschwindigkeit, womit der M. levator palpebr. sup. sich unter normalen Umständen zusammenziehen würde, aus obengenannten Gründen uns unbekannt ist, darf per analogiam angenommen werden, dass eine so träge Kontraktion, wie dieselbe im vorliegenden Falle wahrgenommen wurde, auf Entartungsreaktion hinweist.

Das zweite Symptom, welches uns auffällt, ist die Veränderung der Lage des motorischen Punktes, worüber Wertheim Salomonson eingehende Untersuchungen unternommen hat. Ihm gebührt das Verdienst, die Bedeutung dieser, auch von anderen hervorgehobenen Tatsache ins Licht gestellt zu haben.[1]) Wenn infolge der Läsion eines Nerven Entartungsreaktion auftritt und man täglich den motorischen Punkt untersucht, dann zeigt sich, dass die Erregbarkeit an dieser Stelle während der ersten Woche abnimmt, wobei die erregten Kontraktionen in dem von diesem Punkte abhängigen Muskel schnell zustande kommen. Stellt man die Elektrode etwas weiter auf den Muskel, auf eine dem Endpunkte näher gelegene Stelle, so zeigt sich, dass man dort mit viel geringerer Stromstärke eine (langsame) Kontraktion erregen kann; man kann also, sich die physiologische Umschreibung des motorischen Punktes vor Augen haltend, sagen, dass die Stelle der maximalen Erregbarkeit des Muskels selbst sich verschoben hat und zwar in der Richtung vom normalen motorischen Punkte nach der Peripherie des Muskels. Wertheim Salomonson nennt diese Erscheinung Dislokation des motorischen Punktes (die in Frankreich übliche Benennung „réaction longitudinale" ist begreiflich, wenn man die am Fusse dieser Seite angegebene Note nachschlägt).

[1]) Remak erwies in 1876, dass bei Bleilähmung der Muskel bei galvanischer Reizung sich kräftiger kontrahiert in dem Masse, wie man mit dieser der Sehne näher kommt.

Doumer, Societé de Biologie, teilte 1891 mit, dass in veralteten Fällen von Poliomyelitis die Kontraktion des Muskels infolge galvanischer Reizung nur dann zustande käme, wenn der Muskel in seiner ganzen Länge durchströmt wurde.

Huet (Manuel de médecine von Debove-Achard) hat 1894 das nämliche wahrgenommen bei veralteten und frischen Neuritides.

Wertheim Salomonson (Ned. Tydschrift voor Geneeskunde 1895, Teil I No. 6) machte hierüber eine ausführliche Mitteilung.

Digitized by Google

Bemerkenswert ist die Erscheinung, dass man, an einem bestimmten Moment im Verlaufe der Paralyse, vom normalen Punkte aus schnelle Kontraktionen erregen kann, während man auf dem veränderten Punkte langsame Kontraktionen zustande kommen sieht.

Die Wahrnehmung, dass man von einem hinsichtlich des motorischen Punktes auf der Muskelperipherie gelegenen Punkte schon langsame Kontraktionen erregen kann, bevor solches vom normalen motorischen Punkte geschieht, führt zu der Auffassung, dass diese langsamen Kontraktionen abhängig sind von der direkten Muskelerregbarkeit durch den galvanischen Strom und unabhängig vom Nerven. Diese Annahme wird kräftig gestützt durch die Beobachtung Wertheim Salomonson's, dass, wenn die langsamen Kontraktionen am normalen motorischen Punkte nachweisbar geworden sind, diese bei sehr schwachem Strom lokal auftreten und sich erst bei stärkerem Strome in grösserem Umfange zeigen, während schliesslich, wenn die Stromstärke weiter zunimmt, eine Beschleunigung des Anfanges der Kontraktion wahrgenommen wird.

Zurückkehrend zu der oben beschriebenen Patientin, ausgerüstet mit der Kenntnis der oben erwähnten Ansichten über die Veränderung in der Lage des motorischen Punktes, ist es begreiflich, dass die Lähmung des N. oculomotorius zu einer sichtlichen Entartungsreaktion in dem M. levat. palp. sup. geführt hat. Dass diese Reaktion noch nach vierzehn Monaten besteht in der Gestalt von erhöhter Erregbarkeit mit Verzögerung in der Kontraktion, ist merkwürdig, darf aber keinesfalls zur Feststellung einer günstigen Prognose führen; auch Wertheim Salomonson[1]) konstatierte diese Erregbarkeit nach reichlich einem Jahre.

Über die zweite Patientin kann ich folgendes angeben:

Sie ist eine verheiratete Frau, 41 Jahre alt, Mutter von 8 lebenden Kindern; die Schwangerschaften folgten einander regelmässig, Fehlgeburten kamen nicht vor. Sie war stets schwächlich, fühlte sich während der Schwangerschaft fast immer sehr ermüdet und war oftmals entschieden leidend, jedoch nicht in dem Masse, dass sie gezwungen war das Bett zu hüten. Vor sechs Jahren, während einer Schwangerschaft, zeigte sich eine Abschwächung des linken Unterarmes und der linken Hand, begleitet von Prickeln und Taubheit des Gefühles; nach wenigen Monaten wurde dieses besser. Abmagern oder irgend welche Vertiefung der Spatia interossea der Hand war derzeit von ihr nicht wahrgenommen worden.

Im Januar 1902 während der Schwangerschaft verspürte sie aufs neue die Abschwächung am nämlichen Arme und an der nämlichen Hand,

[1]) Electrodiagnostiek der oculomotorius verlammingen. Psychiatrische en Neurologische Bladen 1898.

Digitized by Google

jetzt mit Gefühllosigkeit und zu gleicher Zeit mit Abmagerung der Hand. Diese Symptome nahmen zwar etwas ab, doch verschwanden sie nicht, bis sie im Dezember 1902 Influenza bekam und die Symptome wieder stärker auftraten. Sie kam darauf zu mir und ich konstatierte folgendes:

Die Patientin ist eine schwächliche, magere Frau; es bestehen anämische Geräusche am Herzen, doch übrigens keine allgemeine Abweichungen; die Reaktion der Pupille ist gut und beide Pupillen sind gleich weit. Die Gehirnnerven sind intakt. An der linken Hand ist der Thenar sehr abgeplattet, zeigt selbst eine Einsenkung an der Stelle der normaliter anwesenden Wölbung; es macht den Eindruck, als ob durch lokalen Druck die Muskeln atrophiert sind, wie solches bei einigen Beschäftigungsatrophien (Plätterinnen, Diamantarbeitern) vorkommt. Bei der Nachfrage ergibt sich, dass eine derartige Ursache ausgeschlossen ist. Die Spatia interossea sind eingefallen, der Hypothenar hat an Volumen abgenommen. Der Umfang des linken Unterarmes ist über den unteren beiden Dritteln etwas geringer als rechts. Die Spitzen des Daumens und kleinen Fingers können aneinander gebracht werden, doch keinen Druck ausüben. Die Finger können wohl gespreizt und gestreckt werden, sind aber kraftlos, die Bewegung der Hand hinsichtlich des Armes ist gänzlich frei und kann nach allen Richtungen, ausgenommen ulnarwärts, mit ziemlich genügender Kraft gemacht werden.

Die Patientin kann mit der rechten Hand ihre Arbeit nicht gut verrichten, das Kneifen geschieht mit weit geringerer Kraft als links. Es besteht subjektive Störung der Sensibilität an der ganzen Hand; Berührung mit dem Pinsel wird gefühlt, Temperatur- und Schmerzreize werden gut wahrgenommen, doch fühlt sie bei der Berührung Stiche links anders wie rechts.

Es liegt hier ein Fall von Neuritis der Nervi ulnaris und medianus vor, die zuerst während einer Schwangerschaft auftrat[1]) und sich bei einer folgenden wiederholte. Infolge eines Influenza-Anfalles wurde der Nerv zum dritten Male getroffen. Die Ursache, weshalb gerade diese Nerven wiederholt der Sitz der Neuritis gewesen sind, würde man suchen können in der nämlichen Richtung wie die Neigung zur Recidive der Paralyse in dem N. facialis. Zwar sind dabei die Verhältnisse verschieden, weil es sich dabei um einen Nerven handelt, der, durch einen knochigen Kanal laufend, bei eventueller Anschwellung infolge einer Entzündung viel ernstlicher lädiert werden kann, jedoch hat ein Nerv, der einmal getroffen wurde, augenscheinlich Prädisposition wieder zu erkranken.

[1]) H. Oppenheim. Lehrbuch der Nervenkrankheiten 1898 S. 329; puerperale Neuritis tritt oftmals auf in den N. med. und uln.

Digitized by Google

Die Untersuchung der Muskulatur des Gesichtes, der Zunge und der oberen Extremitäten ergibt übrigens keine Abweichungen; die Reflexe (Triceps) sind nicht erregbar. Der Patellarreflex ist beiderseits anwesend und nicht erhöht. Dieses in Betracht ziehend, sowie die geringe und nicht dissoziierte Sensibilitätsstörung, können wir Affektionen, wie: Syringomyelie, amyotrophische Lateralsclerose, Poliomyelitis chronica und derartige ausschliessen. Als die Patientin zu mir kam, bestanden die Beschwerden ungefähr 2 Monate seit dem Influenza-Anfall. Das Resultat der elektrischen Untersuchung ist folgendes: Vom N. ulnaris und N. medianus am Unterarm aus, sind mit dem faradischen Strom Kontraktionen zu erwecken im lädierten Gebiete, doch vom Thenar reagiert nur der M. adductor pollicis. Die Erregbarkeit ist dabei links etwas geringer als rechts. Die Muskeln reagieren auf den faradischen Strom direkt sehr schwierig; der M. flexor poll. brevis, M. abductor poll. brevis und M. oppon. antworten nicht.

Mit dem galvanischen Strome erlangt man bei indirekter Reizung schnelle Kontraktionen, ausgenommen in den letztgenannten Muskeln; das Entspannen der kranken Muskeln geschieht sichtbar langsam. Bei direkter Reizung der lädierten Muskeln sieht man typische langsame Kontraktionen bei erhöhter Erregbarkeit. In der Gruppe der Thenarmuskeln, welche in so starkem Masse atrophiert sind, findet man Umkehr der bekannten Formel und bündelweise wurmförmige, äusserst träge Kontraktionen. In den Unterarmmuskeln sind keine elektrische Abweichungen zu konstatieren.

Resumierend finden wir an der rechten Hand bei dieser Patientin erhaltene, doch herabgesetzte Motilität mit Atrophie der Muskeln und subjektiven Gefühlsstörungen, infolge einer rezidivierenden Neuritis während der Gravidität[1]). Diese hat Veranlassung gegeben zu Abweichungen in der Erregbarkeit durch den elektrischen Strom, partielle Entartungsreaktion genannt: nämlich 1° Bestehenbleiben der indirekten Erregbarkeit durch den galvanischen und faradischen Strom mit geringer quantitativer Herabsetzung; 2° träge Reaktion auf den galvanischen Strom bei direkter Reizung, Umkehr der Formel; bei einigen Muskeln erhaltene (obwohl herabgesetzte) direkte faradische Erregbarkeit. In den durch den N. medianus innervierten Muskeln des Thenars besteht totale Entartungsreaktion.

Schon nach vierwöchentlicher Behandlung fühlte die Patientin, dass die Hand viel kräftiger und wieder arbeitsfähig wurde; bei der objektiven Untersuchung bestätigte sich dieses wesentlich. Die Einsenkung des Thenars war ungefähr unverändert geblieben, die M. flexor und abductor

[1]) M. Bernhardt, Erkrankungen der periph. Nerven, Teil I, S. 336 und 346. H. Oppenheim, loc. cit.

Digitized by Google

pollicis brevis befinden sich im dritten Stadium der Entartungsreaktion; es besteht kaum Aussicht auf Wiederbelebung dieser Muskeln, deren Nervenäste durch die Neuritis nahezu gänzlich zerstört sind. Im Hinblick auf die oben beschriebene „réaction longitudinale“ ist die Tatsache merkwürdig, dass eine schnelle Kontraktion auftritt, wenn mit einer kleinen knopfförmigen Elektrode der M. abductor digiti minimi am normalen motorischen Punkte gereizt wird, während an einer der Peripherie näher gelegenen Stelle langsame Kontraktionen sich zeigen.

Der dritte Patient ist ein junger Mann, 22 Jahre alt, Elektrotechniker. Er klagt über schnelle Ermüdung beim Gehen seit einigen Wochen, da es ihm schwer fällt, die Spitze des linken Fusses gehörig zu heben; es geht zwar. doch nicht wie gewöhnlich. Es ist ihm aufgefallen, dass „die Schwäche ihren Sitz in der linken grossen Zehe hat“; diese kann er nicht so gut emporstrecken wie die rechte. Er hat Abschwächung der Sensibilität am Rücken des Fusses und am untersten Zweidrittel-Teil des Unterbeines, lateralwärts von der Tibia. Der Patient ist ein frischer, gesunder Mann, dessen Anamnese nichts Besonderes darbietet, ausgenommen, dass er vor ungefähr sechs Jahren Beschwerden am rechten Fuss gefühlt und dieser seitdem ein Plattfuss geblieben ist. Vor ungefähr 5 Wochen ist er einige Wochen krank gewesen mit Kolik und Konstipation und nachher Diarrhöe; bald nachher, als er wieder auf war, entstand die Beschwerde, worüber er sich jetzt beklagt. Bei der Untersuchung stellt sich heraus, dass die Wirkung des M. extensor halluc. longus dexter abgeschwächt ist; dieser ist paretisch. Die M. extens. digit. communis, tibial. ant. und die beiden M. peronei funktionieren richtig. Der Fuss ist verunstaltet, ganz eingesunken und in dieser Haltung fixiert, die Fusswurzel ist bedeutend breiter geworden. Die Untersuchung betreffs der Muskelreflexe brachte keine Abweichungen an den Tag. Die Sensibilität ist ungestört, mit Ausnahme des subjektiven Gefühls der Taubheit am Fusse und Unterschenkel. Hier ist insofern die Sensibilität abweichend, dass er angiebt, eine Berührung anders zu fühlen als an der symmetrischen Stelle der anderen Extremität; Hypo-aesthesie besteht nicht. Bei faradischer Reizung des N. peroneus am Capitulum fibulae reagieren alle durch diesen Nerven innervierten Muskeln, der M. extens. hall. long. jedoch viel schwächer als links. Bei der Vergleichung mit der linken Seite fand ich: Direkte Reizung mit dem faradischen Strom gelingt nicht, mit dem galvanischen Strom direkt reizend, erhöhte Erregbarkeit, langsame Kontraktion und An $S > KS$. Stellt man die Elektrode auf den normalen motorischen Punkt und führt diese nach unten, dann stellt sich heraus, dass der Punkt der maximalen Erregbarkeit sich weiter unterwärts befindet. Es liegt hier also partielle Entartungs-

Digitized by Google

Reaktion in einem paretischen Muskel vor. Das Eigentümliche ist, dass nur dieser Muskel allein lädiert ist, während die anderen Peronealmuskeln (auch der M. ext. digit. commun. brevis ist normal) intakt geblieben sind.

Die Frage drängt sich auf: wie ist bei diesem jungen Manne die isolierte Parese des M. ext. hall. longus entstanden. In der Anamnese sind zwei Faktoren, die mit dieser Lähmung im Zusammenhang stehen könnten. Erstens der Plattfuss, der vor ungefähr sechs Jahren entstanden ist. Abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit, dass dieser so lange bestehende Plattfuss jetzt plötzlich Veranlassung gegeben haben sollte zu dieser Abweichung, kann ich mir auch die Möglichkeit nicht vorstellen, in welcher Weise solches der Fall hätte sein können. Der Plattfuss kann eine Reihe von Störungen verursachen, die sich nicht auf den Fuss und dessen unmittelbare Umgebung beschränken; Neuralgien, Muskelkrämpfe am Rücken und an den Beinen sind in dieser Hinsicht genügend bekannt. Neuritis und Atrophie der Muskeln ist gewiss äusserst seltsam. Im vorliegenden Falle, wo die Affektion sich einzig auf den langen Strecker der grossen Zehe beschränkt, scheint der genannte Zusammenhang sehr unwahrscheinlich.

Der zweite Faktor ist die akute Darmstörung, woran der Patient drei Wochen gelitten und wonach die bewussten Klagen aufgetreten sind. Im Anfange fühlte er eine Woche lang heftige Leibschmerzen in Begleitung von Konstipation, danach litt er noch vierzehn Tage an Unterleibsbeschwerden. Es soll sich dabei kein Fieber gezeigt haben. Wenn wir die Natur der Darmaffektion in Betracht ziehen, können wir uns wohl einen Zusammenhang mit diesem Muskelleiden vorstellen. Ist diese verursacht durch Blei-Intoxikation, dann läge hier ein Fall von seltsamer Lokalisation der Bleilähmung vor Als Elektrotechniker ist der Patient fortwährend in Berührung mit diesem Metall. Zwar ist bei ihm keine Spur von Bleisaum am Zahnfleische sichtbar und wird die Vergiftung daher nicht von langer Dauer gewesen sein; auch nimmt es Wunder, dass schon nach einer einzigen Darmstörung (früher war der Patient stets gesund) eine Einwirkung auf das peripherische Nervensystem bemerkbar geworden: ausserdem gehören die leichten Sensibilitäts-Störungen nicht zu dem Krankheitsbilde der Blei-Paralyse. Dennoch lässt sich wohl etwas für diese Auffassung sagen.

Erstens ist, falls Bleilähmung an den Beinen auftritt, die Lokalisation die nämliche. Die Peroneusgruppe, hauptsächlich der M. extens. halluc. longus, wird angegriffen[1]); dabei ist die Parese bald nach einer Darmstörung wahrgenommen, welche als Bleivergiftung gedeutet werden darf, und überdies sind mehrmals Sensibilitätsstörungen bei Bleilähmungen

[1]) Gowers, Diseases of the nervous system, Vol II, page 950.

Digitized by Google

konstatiert worden (Gowers). Die Läsion des M. ext. halluc. long. würde man folgender Weise erklären können:

Bleilähmung tritt leicht in den Muskeln auf, die übermässig angestrengt sind, und ist es möglich, dass bei dem bestehenden Plattfusse solches bei dem M. ext. halluc. long. in höherem Masse der Fall gewesen sein wird als bei den anderen Streckmuskeln. Andere Intoxikationen, welche Paralyse verursachen können, u. a. Arsenikvergiftung, entsprechen dem vorliegenden Falle noch weniger, und da die Untersuchung des Patienten keine Abweichung aufgewiesen (Urin, Fundus oculi), bleibt die obengenannnte Ursache die wahrscheinlichste. Wäre die Darmstörung von Fieber und anderen allgemeinen Erscheinungen begleitet gewesen, so hätte man an Influenza als Ursache denken müssen, da in letzter Zeit die Mitteilungen betreffs Neuritis nach Influenza zahlreicher werden.

Während der Behandlung wurde die Parese allmählich geringer; nach 6 Wochen erklärte der Patient keinerlei Beschwerden beim Gehen zu bemerken. Drei Monate nach Ablauf der Behandlung habe ich den Patienten wieder untersucht und fand folgendes Resultat: Kaum merkbare Parese. Es besteht indirekte und direkte Erregbarkeit durch den galvanischen und faradischen Strom.

Bei direkter Reizung des M. ext. hall. mit dem galvanischen Strom minimale Kontraktion links bei 7 MA, rechts bei 3.5 MA träge. KS etwas leichter als An S. Bei direkter faradischer Reizung links bei 9 MM Rollenabstand, rechts bei $10^1/_2$ und rechts deutlich träge Kontraktion, also erhöhte Erregbarkeit für den galvanischen und ebenso für den faradischen Strom, während letzterer, ebenso wie der galvanische Strom, träge Kontraktionen herbeiführt.

Letztgenanntes Resultat hat mich überrascht, weil die träge Kontraktion bei Rückkehr der direkten faradischen Erregbarkeit selten wahrgenommen, wenigstens selten beschrieben worden ist[1]).

Obengenannte Krankheitsgeschichten, namentlich die erste und dritte, sind vom neurologischen Standpunkte aus gewiss meldenswert; in Bezug auf die Elektrodiagnostik kann ich diese folgendermassen zusammenfassen:

Erster Fall: komplette Entartungsreaktion im M. levator palpebrae super.

Zweiter Fall: komplette Entartungsreaktion in einzelnen Muskeln, partielle in anderen. Schnelle Kontraktionen vom normalen motorischen Punkte aus, langsamere von einem mehr distal gelegenen Punkte am M. abductor dig. min.

Dritter Fall: isolierte Lähmung des M. extensor halluc. long. mit faradischer Entartungsreaktion.

---

[1]) Toby Cohn, Elektrodiagnostik und Elektrotherapie 1899, S. 78.

Digitized by Google

II.

Über die Verwendbarkeit von Kondensatorentladungen zur klinischen Myographie.[1])

Nach einigen Versuchen zusammengestellt

von Dr. **Zanietowski.**

Dem Interesse gegenüber, mit welchem die Fachkritik an den letzten Kongressen und in speziellen Zeitschriften den mit unserer Kondensatormethode durchgeführten klinischen Versuchen[2]) entgegengekommen ist, haben wir uns berechtigt gefühlt, in der No. 12, 1903, der vorliegenden Zeitschrift einige neue Gesichtspunkte für die Zukunft der Kondensatorfrage auf Grund von eigenen Probeversuchen zu schildern. — Ohne auf theoretische und literarische Einzelheiten einzugehen, haben wir damals geäussert, dass ausser den praktischen Winken, die wir in unseren bisherigen Abhandlungen für die klinische Verwertbarkeit von Kondensatorentladungen zusammengestellt hatten, noch für die Zukunft dieser Methode drei wichtige Gruppen von Erscheinungen beachtet werden müssen, und zwar das Verhältnis der Entladung 1. zur funktionellen Nervenleitung, 2. zum Charakter der Muskeltätigkeit und zur 3. sensiblen Reaktion. — Dass diese drei Wege der myographischen Semeïologie, der Neuramöbimetrie und der klinischen Sensibilitätsprüfung an und für sich nicht neu sind, haben wir ausdrücklich betont und nur dasjenige in kurzer Form gesammelt, was eben auf diesen drei Wegen vermittelst unserer Kondensatormethode ermittelt war, um einerseits zu weiteren Versuchen in dieser Hinsicht anzuregen und anderseits überhaupt der Kondensatormethode einen immer breiteren Weg zu bahnen. — Da ausserdem, trotz immer neuen Beobachtungen auf diesem Gebiete, die Kondensatorfrage dem grossen Ganzen der praktischen Ärzte noch nicht genug zugänglich ist und die mit derselben durchgeführten klinischen Versuche wiederum bei Theoretikern nicht immer grosses Vertrauen zu erwecken scheinen, haben wir es gewagt, den Wunsch zu äussern, dass am nächsten Elektrologenkongress eine definitive Vereinbarung über die klinischen Untersuchungsmethoden in dieser Hinsicht beschlossen werde, ohne eigennützigen Kampf um die Priorität des Namens, des Apparates und der Formel.

---

[1]) Siehe vorlieg. Zeitschrift No. 12, 1903. Arbeiten von Dr. Zanietowski. No. 1—18, 1894—1904.

[2]) Der obige Originalartikel soll zugleich als Antwort auf die „Berichtigung" des Herrn Maurice Mendelsohn zu meiner Abhandlung „Neue Gesichtspunkte zur Zukunft der Kondensatorfrage" dienen. (Siehe vorliegende Zeitschrift 1903. S. 396 und 1904, S. 91.)

Digitized by Google

aber auf Grund des an Beweisen für die praktische Verwertbarkeit des Verfahrens reichsten Beobachtungsmaterials.

Seit unserem letzten, obgenannten Artikel ist nun die Kondensatorfrage um manches bereichert worden. Es führte z. B. Mann eine Reihe von Versuchen mit unserem Apparat und einer nach Rücksprache mit uns konstruierten billigen Modifikation durch und beschrieb die Ergebnisse auf dem Kongress in Cassel und in der „Berliner klin. Wochenschrift“ (33/04), die wichtige Rolle der Methode betonend, „mit welcher sich bisher mehrere Forscher beschäftigt hatten, aber der eine praktische Ausgestaltung für die Elektrodiagnostik erst durch Zanietowski zuteil geworden ist“; es beschäftigte sich dann derselbe Verfasser (gemeinschaftlich mit Dr. Paul) mit Anwendung der Kondensatormethode zu Erregbarkeitsmessungen des kranken Nervus opticus, worüber uns in interessanter Weise auf der letzten ärztlichen Tagung in Breslau berichtet wurde; es wurden zuletzt, wie wir es selbst konstatiert haben, in mancher Privatklinik und manchem Ordinationszimmer Kondensatorapparate mit bestem Erfolg angewendet, wodurch endlich die wichtige Methode gewissermassen aus dem Gebiete der Präzision auf dasjenige der alltäglichen Praxis geführt wurde, und wir sprechen hier nicht von anderen, aus anderem Standpunkte durchgeführten Arbeiten, wie z. B. der neuesten von Ziehen und Hoorweg, welche den Prozess der Muskelerregung mathematisch-physikalisch analysiert und bisher erst spärliche Resultate für die praktische Diagnostik gebracht hat. — Im grossen Ganzen hat aber die Kondensatormethode in der letzten Zeit eine viel grössere Verbreitung gefunden als bisher; in manchen Lehrbüchern, wenn ich mich so ausdrücken darf, kühner sich in eine der ersten Reihen vorgedrängt; und es war für uns eine wahre Freude zu sehen und zu hören, wie sich das bescheidene Scherflein, an dem wir seit mehr als 12 Jahren arbeiten, entwickelt und weiter zu entwickeln verspricht.

Inzwischen ist aber ein polemischer Zwischenfall eingetreten, welcher uns zwingt, heute näher auf das Gebiet der klinischen Myographie einzugehen, um im vorliegenden Beitrag einerseits einige eigene Beobachtungen näher zu beschreiben, welche im oberwähnten Artikel „über neue Gesichtspunkte zur Zukunft der Kondensatorfrage“ nur angedeutet waren, — anderseits wiederum, wie üblich, bei dieser Gelegenheit auf den Vorwurf des Herrn Maurice Mendelsohn (siehe vorlieg. Zeitschrift, 1904, S. 91) zu antworten. — Wir hätten sehr gerne auf diese polemischen Bemerkungen verzichtet, um die wichtige Kondensatorfrage auf die Wege der rein wissenschaftlichen Diskussion zu lenken; wir scheuen uns aber, das Gebiet der klinischen Myographik hier zu betreten,

Digitized by Google

ohne dasselbe erst von polemischer Luft zu reinigen, umsomehr, als der Leser vielleicht das Vertrauen zu unseren Erörterungen verlieren könnte, nachdem er schon von Mendelsohn „gewarnt wurde“, in unserer obgenannten Abhandlung „sich irrtümlich über die Literatur der klinischen Myographik zu unterrichten“. — Wir hoffen also für die Klarheit der Sache zu arbeiten, wenn wir hie und da, zwischen die Zeilen der vorliegenden Mitteilungen einige polemische Bemerkungen einflechten, welche dem bekannten Forscher, Herrn Maurice Mendelsohn, öffentliche Genugtuung unserseits, insofern ihm dieselbe gebührt, geben werden, anderseits aber klares Licht auf unsere, nur anscheinend polemischen Ideen werfen wird.

Um ein recht klares Bild von dem Verlauf der einzelnen Muskelkontraktionen zu gewinnen und aus Besonderheiten der letzteren einen Schluss auf entsprechende Eigentümlichkeiten der dabei wirksamen Lebensprozesse zu ziehen, ist es am vorteilhaftesten, sich der graphischen Methode zu bedienen. — Während diese Aufnahme von Muskelkurven mittels verschiedener Myographen in der Physiologie grosse Dienste geleistet hat, hat sich die klinische Myographie sehr träg entwickelt; es herrscht in neuester Zeit ein gewisses Bestreben, die Lebensprozesse der Muskeln auf Grund solcher Betrachtungen näher zu chakterisieren, während welcher der Muskel bei gleich bleibender Spannung eine isotonische Kurve, oder bei gleicher Länge, aber verschiedener Spannung eine isometrische Kurve zeichnet. Anderseits ist man wiederum dazu gekommen, durch genaue muskelphysiologische Forschungen (Joteyko) die Existenz von zwei verschieden erregbaren Muskelelementen nachzuweisen, was ein grosses theoretisches und praktisches Interesse sowohl in der klinischen Myographik, als überhaupt in der Lehre des Entartungs-Mechanismus hat. Durch lange Jahre aber war dieses Gebiet für die Elektrologen gewissermassen so fremd, wie es noch heute für die Praktiker ist, und wir finden noch im Jahre 1903 (Revue neurologique XI. 3) die Äusserung von Maurice Mendelsohn, der sich seit ungefähr 1880 mit der Myographie beschäftigt hatte, und die ersten klinischen Grundlagen derselben schuf, es wäre dieses Gebiet bisher zu wenig studiert. („La courbe myographique n'a été jusqu'à présent que très peu l'objet d'études spéciales“.) Wie bekannt, hatte der obengenannte Forscher, auf Grund einer Reihe von Versuchen an kranken Muskeln (1880, 1883, 1884, 1891), den pathologischen Verlauf der Muskelkurve graphisch illustriert und dieselben in vier Haupttypen der „spasmodischen, paralytischen, degenerativen und atrophischen“

Digitized by Google

Myogramme geteilt. Die Sache wurde aber in praxi nicht so gewürdigt, wie es derselben gebührte, und es gelang dann Herrn Doumer am Brüsseler Kongress (1897) diese Untersuchungen, wie es Herr Mendelsohn selbst gesteht, „dem Vergessen zu entreissen“ und mit dem grossen Ganzen seiner höchst interessanten Erörterungen „über klinische Syndrome“ zu besprechen. Trotzdem wurde bisher in der Klinik, vielleicht wegen technischer Schwierigkeiten, wenig myographisch gearbeitet, und es wäre, ausser dem letzten Resumee von Mendelsohn (1903), den Arbeiten desselben „über die Muskelzuckung“ und spärlichen Mitteilungen über einzelne Krankheitsfälle (Polyneuritis, Myasthenie, Myotonie) nicht viel aus diesem Gebiete zu erwähnen, wobei wir ausdrücklich betonen, dass wir zu der „klinischen Myographie“ nicht diejenigen wertvollen Arbeiten zählen, welche theoretische Fragen der Ermüdung, der Kontraktilität nach dem Tode usw. (Marie, Cluzet, Joteyko, Babinski u. a.) besprechen. Diesen verhältnismässigen Mangel und die Wichtigkeit der Mendelsohnschen Kurven und der Doumerschen Symptomenkomplexe im Auge haltend, haben wir getrachtet, seit unserem ersten klinischen Versuche mit Kondensatorentladungen, womöglich die Reaktion des Nerven und Muskels graphisch aufzuschreiben und alle Reaktionsanomalien durch entsprechende Kurven zu illustrieren. Wir haben also nicht speziell kranke Muskeln untersucht, aber im ganzen Laufe unserer Untersuchungen über Erregbarkeit, Widerstand, Leitungsfähigkeit, nicht nur mit blossem Auge die Reaktion kontrolliert, sondern womöglich dieselbe vermittels eines Muskelpolygraphen auf einer rotierenden Trommel von Basch aufgeschrieben, um dann aus diesem mannigfaltigen Material entsprechende Typen zu wählen und zu analysieren. Was wir für verhältnismässig sicher hielten, haben wir schon kurz beschrieben, wie z. B. die myastenischen Kurven (Kongress von Krakau, Gazeta lekarska von Warschau) oder die polyneuritischen Reaktionen (gemeinschaftlich mit Dr. Kwiatkowski, Berner Kongressbericht, Zeitschrift für Elektrotherapie); was nur für die Zukunft anzudeuten war, trachteten wir in den oben erwähnten „Neuen Gesichtspunkten zur Zukunft der Kondensatorfrage“ zu skizzieren. Bei diesem Punkt stossen wir oben auf die kleine Polemik von Mendelsohn, der uns vorgeworfen hatte, „seine myographischen Kurven dem Herrn Doumer zugeschrieben zu haben“. Diesen Punkt werden wir sofort in einem ganz kurzen Abstecher gewissenhaft und unparteiisch berücksichtigen. Da wir immer, wie oben erwähnt wurde, sowohl die Typen der Mendelsohnschen Kurven im Auge hatten, wie das noch nicht eingebürgerte Doumerschen Einteilungsprinzip der Reaktionen in einzelne Elemente, hatten wir in einem kurzen Resümee,

Digitized by Google

wo keine ausführliche Literatur eines jeden Punktes zitiert wurde, sondern nur drei wissenschaftliche Zukunftsfragen als Richtungsschnur den Praktikern vorgelegt waren, den Namen Doumers bei den Kurventypen deswegen durch eine gewisse Ideen-Assoziation zitiert, weil wir immer an die Kurventypen von Mendelsohn im Sinne der Doumerschen Einteilung in Elementarreaktionen dachten, ohne dadurch die Priorität des bekannten Forschers beeinträchtigen oder leugnen zu wollen. So wird z. B. in der Arbeit von Capriati und in der Übersetzung von Delherm bei Gelegenheit einer Muskelkurvenbesprechung nur der Name Doumers erwähnt, und zwar eben die Brüsseler Vorlesung „Über den semeïologischen Wert der Muskel- und Nervenreaktionen"; so wird die interessante Arbeit von Joteyko „über den physiologischen Mechanismus der Entartungs-Reaktion der Muskeln" gleich am Anfang mit einem Doumerschen Zitat aus derselben Vorlesung inauguriert; so wird zuletzt in manchem Lehrbuch, wie z. B. in demjenigen von Toby Cohn ausdrücklich gesagt: „Doumer unterscheidet von Anomalien der Muskelzuckungen: Verkürzung und Verlängerung der Latenzperiode, Verkürzung und Verlängerung der Zuckungsdauer, Änderung der Kurvenform nach Mendelsohn und Erschöpfungsreaktion". Wie allen oberwähnten Autoren, so war uns auch gewiss das Verhältnis von Doumerschen Theorieen zu den Mendelsohnschen Kurven genau bekannt und wir hätten höchstens in unserem Resümee, statt von Doumerschen Myogrammen zu sprechen, ausdrücklich sagen müssen, dass wir uns mit den Mendelsohnschen Myogrammen im Sinne der Elementartheorie von Doumer und mit anderen myographisch illustrierten Reaktionen (dazwischen auch Longitudinalreaktion und Elektionsreaktion von Doumer) beschäftigen werden. Eine „Ungenauigkeit" in diesem Sinne begangen zu haben, gestehen wir gerne im Namen der wissenschaftlichen Unparteilichkeit, obwohl wir nie vermutet hatten, durch die Kürze des Ausdrucks den berühmten Forscher in seiner Prioritätsfrage oder Eigentumsfrage literarisch zu beleidigen: wir wissen selber, dass es nicht sehr angenehm ist, wenn man auf einem Kongress einen ganz primitiven Kondensatorapparat als „Neuigkeit" sieht, oder Arbeiten liest, wo die betreffende Kondensatorliteratur unsere langjährigen Versuche überspringt und ein paar unbedeutende Namen oder gar keine Namen erwähnt; obwohl wir in diesen Fällen unsere persönlichen Streitfragen immer verschwiegen haben, wollen wir doch in diesem Falle, wo der berühmte Forscher selbst um seine Eigentumsfrage mahnt, gerne diejenige Genugtuung geben, die demselben gebührt, und ohne weitere persönliche Polemik unsere gemeinsame Arbeit so bald wie möglich auf gemeinsame Gebiete der präzisen Forschung lenken.

Digitized by Google

Nach diesem ganz kurzen polemischen Abstecher kehren wir zu unseren Versuchen zurück. — Wir haben, wie gesagt, seit dem ersten Versuche mit unserer Methode, also seit zirka zwölf Jahren, beinahe jede Reaktion, wo es nur möglich war, graphisch zu illustrieren versucht. — Somit war unsere erste Frage, ob bei den Untersuchungen eines und desselben Muskels an demselben Tag und an verschiedenen Tagen das gleiche Resultat bei Kondensatorreizung erhalten wird, und zwar nicht nur das gleiche Resultat der Erregbarkeitsschwelle, sondern auch die gleiche Grösse und Form der Muskelkurve.

Was die Reizschwelle anbelangt, haben wir schon unsere Meinung in einer Reihe von Arbeiten erwähnt und diskutiert, und wir wollen uns hier ganz kurz erinnern, dass nicht nur die Konstanz des Wertes wegen Stromschlussgeschwindigkeit und Mangel an merklichen elektrotonischen Veränderungen ersichtlich war, sondern sogar die Zahlen der sogenannten „normalen Grenzen von Stintzing" bei Anwendung der Kondensatormethode zwischen viel kleineren und mehr stabilen Grenzen schwanken. — Was nun die Grösse und Form der graphisch registrierten Muskelkurve anbelangt, war es zu vermuten, dass bei einer präzisen Methode demselben Reiz immer dieselbe Kurve entsprechen wird. Dies war auch immer der Fall bei Anwendung von Kondensatorentladungen, während oft bei galvanischem oder faradischem Reiz eine Ungleichheit der Kurvenhöhen bei unverändertem Charakter der Kurvenform ersichtlich war. Unter „Form" meinen wir selbstredend das Verhältnis der ziemlich gleichen Schenkel (der Crescente und der Decrescente), auch die sanfte Abrundung des höchsten Kurvenpunktes. Eine Reihe von solchen Kurven war immer so korrekt und so regelmässig, dass man aus diesem Bild folgern konnte, der Reiz müsse doch präzis und konstant sein. Sollte wegen irgend eines kleinsten Fehlers im Experiment, entweder in der Ladung selbst oder im Muskelpolygraph, selbstredend sofort eine Veränderung der Kurve vorkommen, liess sich der Fehler beseitigen und durch weitere Aufmerksamkeit vermeiden. Diese Gleichheit der bei demselben Reiz erhaltenen Reihenfolge von Muskelkurven wäre ebenso ein Beweis der Genauigkeit der Methode, wie es bisher die Versuche über Schwankungen der Erregbarkeit waren, und wir können nur hier von der Anwendung der Kondensatorentladung zur Myographik dasselbe wiederholen, was unlängst Mann bei der kritischen Analyse unserer Versuche in Kassel im allgemeinen von der Methode gesagt hatte: „Die erste Probe auf die Exaktheit war die Feststellung, ob die Methode auch wirklich bei Untersuchung desselben Nerven in derselben Sitzung das gleiche Resultat ergibt; diese Frage kann ich bejahen; auch bei Untersuchung derselben

Digitized by Google

Nerven an verschiedenen Tagen ergab sich ebenfalls eine recht erfreuliche Übereinstimmung."

Aus dem Obenerwähnten geht nun hervor, dass, wenn wir nicht eine Reihe von genau denselben Kurven, sondern irgend eine Veränderung der Grösse und der Form beobachteten, bei denselben Versuchsbedingungen an eine Veränderung der physiologischen Tätigkeit sicher zu denken war, und zwar, wenn nach einer Reihe von identischen Kurven allmählich die Veränderung hervortrat, an das wohlbekannte Ereignis der Ermüdung, wenn aber, gleich von der ersten Untersuchung an, eine nicht dem Typus der normalen Kurve entsprechende Form ersichtlich war, an eine gewisse pathologische Veränderung. Hiermit wäre scheinbar nichts Neues gesagt, wenn wir nicht im Auge hätten, wie schwer es immer war, an einem und demselben Nerv oder Muskel immer dieselbe Reaktion zu erhalten, wie es bei Anwendung älterer Methoden mancher Forscher betonte, und wie angenehm es für den Praktiker ist, sicher zu sein, dass die Untersuchungsart genau und präcise wirkt. Wir werden wiederum ein Beispiel der oben zitierten kritischen Analyse von Mann entnehmen, um nicht selber zu viel „pro domo sua" zu reden. Wenn Mann „wiederholt mit 20—30 starken Kondensatorentladungen einen Nerven gereizt hat und hinterher die Minimalzuckung bei genau derselben Spannung und Kapazität wie vor dem Reiz" gefunden hat, — wenn aber andererseits vor einer Galvanisation die Minimalzuckung bei 11 Volt (z. B.) und nach derselben bei 5 Volt hervortrat, und zwar bei gleicher Wirkung der Anode wie der Kathode, — so ist es zu vermuten, dass die graphische Kurve der Muskelzuckung im ersten Fall dieselbe geblieben wäre, im letzten beträchtliche Veränderungen zeigen würde. Mit anderen Worten gesagt, kann der Kliniker (und wir schreiben ja hier ausdrücklich pro praxi), wenn er bei derselben zufällig längeren faradischen oder galvanischen Reizung verschiedene Kurvenformen öfter sehen würde, keine Schlüsse aus seinen Beobachtungen machen, und hätte überhaupt kein Vertrauen a priori zu einem Untersuchungsmodus, der schon an und für sich beschwerlich ist, besonders im Laufe der alltäglichen diagnostischen Untersuchung, die sich nicht so leicht mit einer ruhigen Arbeit an präzisen Instrumenten im wissenschaftlichen Laboratorium vergleichen lässt. Es sei dies noch gleich an der Stelle nebenbei bemerkt, dass bei einer Anwendung von blitzartig wirkenden Kondensatorentladungen, sowohl am isolierten Nervmuskelpräparat, als am innervierten Muskel des Patienten die Ermüdung viel später und langsamer hervortritt, als bei galvanofaradischem Reiz. Ich erinnere hier an meine Beispiele, die in der „Gazeta lekarska" beschrieben waren (400 bis 700 Zuckungen des Frosch-

Digitized by Google

gastromemius, Zuckungsreihen des erschöpfbaren myasthenischen Muskels) und will nur so viel betonen, dass der Praktiker, dem der normale vom Kondensator gereizte Muskel im durchschnittlichen Zeitraum seiner elektrodiagnostischen Untersuchung keine Ermüdungszeichen zeigt, also keine Veränderungen der Höhe und sogar manchmal der Form, desto sicherer aus einer solchen Veränderung schliessen wird, dass er eben mit einem Defekt der physiologischen Muskeltätigkeit zu tun hat. Mit dieser ersten Erscheinung der Ermüdung wollen wir auch hier gleich unsere Schilderung anfangen, da die Ermüdungskurve gewissermassen zwischen dem Gebiete der Muskelphysiologie und der Muskelpathologie steht, vom Arzt unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht als pathognomische Reaktion angesehen werden darf und doch ein Defekt derjenigen Eigenschaft bildet, die wir physiologische Kontraktilität nennen.

Über die Ermüdung selbst zu schreiben, wäre nach den neuesten Arbeiten anderer Forscher sehr gewagt, und wir wollen hier nur dasjenige betonen, was wir mit Kondensatorentladungen zu beobachten imstande waren. Eine Reihe von myographisch aufgenommenen Zuckungen eines normalen Muskels hat uns immer auf einer schnell rotierenden Trommel langsam und regelmässig auf- und absteigende, sanft gerundete Kurven ergeben, auf einer langsam rotierenden Trommel hingegen eine Reihe von mehr oder wenig blitzartigen Kurven (je nach dem Lauf der Trommel), deren Abrundung doch immer sanft war, beide Schenkel gleich, und die Abscissenhöhe immer dieselbe. Im Laufe einer klinischen elektrodiagnostischen Untersuchung ist es sogar schwer, durch eine Reihe von einzelnen Kondensatorentladungen eine Ermüdung eines normalen Muskels hervorzurufen, viel eher schon durch einen tetanischen Reiz, bei schwingendem Kondensatorunterbrecher. Sehen wir also nach einigen Kondensatorentladungen auf einer schnell rotierenden Trommel, dass die sanft abgerundete Kurve immer flacher wird und dass die Höhe der Kurve langsam abnimmt, welch' letzte Erscheinung auch bei langsamer Rotation ersichtlich ist, so können wir beinahe sicher auf eine pathologische Disposition des Muskels zur Ermüdung schliessen. Eine solche Erschöpfbarkeit „par excellence“ finden wir in der Myasthenia, eine solche immer mehr wachsende Neigung zur Ermüdung im Laufe der Entwicklung verschiedener Degenerationen. Was diese letzten anbelangt, will ich nur hier einen Fall erwähnen, der mir zufällig zur Verfügung stand, und wo bei Gelegenheit eines chirurgischen Eingriffes auch eine kleine Muskelexzision vorgenommen wurde. — Das mikroskopische Bild dieses „intra vitam“ untersuchten Muskels zeigte eine Verminderung der fibrillären Substanz und eine beträchtliche Entwicklung von Sarko-

Digitized by Google

plasma. Die myographische Kurve des betreffenden Muskels hatte im Anfang der Krankheit eine Neigung zur Ermüdung gezeigt, welche in abnehmender Höhe der Kurve nach einigen Kondensatorreizen ihren Ausdruck fand: je mehr nun die Krankheit der betreffenden Muskelgruppe fortschritt, desto leichter war diese Ermüdung hervorzurufen, und in der Zeit, als eben die mikroskopische Untersuchung durchgeführt wurde, konnte man überhaupt nur eine flache, niedrige Kurve mit ausgedehntem absteigendem Schenkel hervorrufen, welche sehr leicht bei weiter dauerndem Reiz gänzlich schwand und nur nach einer Ruhepause wiederum hervortrat. Den Kranken, den ich zufällig, wie gesagt, mehrmals untersuchte, habe ich später nicht gesehen und zitiere nur deswegen den Fall, da hier die myographisch sichtbare Erschöpfbarkeit der Muskeltätigkeit einen gewissermassen parallelen Verlauf mit demjenigen der Degeneration selbst hatte; die auch zufällig durchgeführte mikroskopische Analyse würde in diesem Fall mit derjenigen Auffassung stimmen, die Mlle. Joteyko für die verlängerte idiomuskuläre Zuckungsform neuerdings vorgeschlagen hat, indem sie derselben den Namen einer „sarkoplasmatischen Kurve" gab. Wenn ich die Reihe von Kurven, welche im obengenannten Fall gesammelt wurden, mit denjenigen vergleiche, welche Mendelsohn seinerzeit „degenerative Kurve" nannte, so muss ich so viel betonen, dass im Anfang der Krankheit eine Form ersichtlich war, die eher an die „atrophische" Kurve von Mendelsohn erinnerte, und zwar durch die Abnahme der Höhe und die Zunahme der Decrescente; im Verlauf der Krankheit wurden diese Kurven immer ausgedehnter und erst in den letzten Stadien meiner Beobachtung wurden dieselben zackenförmig, undulatorisch. — Dieser langsame Übergang von einer ziemlich abgerundeten Kurve zu einer immer mehr ausgedehnten und schliesslich zu einer unregelmässigen, zackenförmigen, würde höchstwahrscheinlich demjenigen Rückgang der Differenzierung des Protoplasmas entsprechen, welcher, nach den neuesten Ansichten, während der Entartung stattfindet. — Der Genauigkeit wegen muss ich auch bemerken, dass andere benachbarte Muskelgruppen mit blitzartigen Zuckungen normaler Gestalt reagierten, und dass die kranken Muskeln während des Entartungsvorganges bei direkter Muskelreizung nur die übliche galvanische Reaktion zeigten. Der Kontrolle wegen hatte ich auch verschiedene Kondensatorkapazitäten und verschiedene Voltspannungen zum Reiz angewandt, wobei ich mich überzeugte, dass in den Endstadien der Krankheit eine Muskelkurve schwieriger aufzunehmen war, je kürzer die der Kapazität entsprechende Enladungsdauer war; es ist somit dann keine Rede, verschiedene Stromquantitäten oder Stromenergien mit dem Reizeffekt zu vergleichen, da derselbe beim ent-

Digitized by Google

arteten Muskel eine grosse Abhängigkeit von der Entladungskurve, also von der Dauer des Reizes zeigt. Dieser letzte Umstand würde die Kondensatorentladung zwischen Galvanisation und Faradisation stellen, da, wie bekannt, man beim degenerierten Muskel keine Reaktion unter dem Einfluss des kurzen faradischen Stromstosses erhält, und bei Anwendung der Kondensatormethode, welche gewissermassen der Faradisation ähnlich ist und doch eigentlich nur eine galvanische präzise Entladungsdose ermöglicht, je nachdem die Reaktion erhält, je mehr man durch Verlängerung der Entladungskurve sich der langen Dauer einer galvanischen Schwankung nähert.

Auch in der „Myasthenie“ hat die Kondensatorentladung eine mittlere Stelle zwischen der Galvanisation und Faradisation. Wie bekannt, beruht die myasthenische Reaktion darauf, dass bei faradischer Reizung, der leichten Ermüdbarkeit der Muskulatur entsprechend, die anfangs normale Zuckung sehr bald, trotz gleichmässiger Fortdauer des Stromes, an Energie nachlässt und schliesslich ganz aufhört. Bei galvanischer Reizung — wird immer in den Lehrbüchern zitiert — ist diese Reaktion nicht auslösbar, obwohl, wie bekannt, doch Laquer, Giese-Schultze, Kollarits u. a. Erschöpfung der Erregbarkeit für den galvanischen Strom beobachtet haben; auch wird nur von Tetanis gesprochen, die bei jeder folgenden Reizung kürzer und kleiner werden, was aber sich nicht nur in der Myasthenie und nicht in allen Fällen von Myasthenie, sogar nicht immer im Verlaufe eines und desselben Falles, nach neueren Ansichten, nachweisen lässt. Vom Kondensatorreiz, der eigentlich eine galvanische Entladung ist, müsste ich hier, wie oben bei der Ermüdung, dasselbe wiederholen, dass er gewissermassen eine mittlere Stelle zwischen galvanischem und faradischem Reiz einnimmt, da es mir gelungen ist, bei allen Fällen von Myasthenie (2 auf der Klinik von Prof. Jolly, 1 auf der Krakauer Klinik) mit Hilfe des schwingenden Kondensatorunterbrechers Erschöpfungsphänomene in obengenanntem Sinne graphisch zu erhalten, sogar bei zwei Untersuchungen mit Einzelentladungen eine Abnahme der Kurvenhöhe zu beobachten. Dieser letzten Erscheinung will ich nicht zu sehr eine allgemeine Deutung geben, da dieselbe an mehreren Fällen dieser seltenen Krankheit zu finden sein dürfte; vielmehr will ich das betonen, es ist verhältnismässig nicht schwer zu beobachten, wie, während der Schwingung des Kondensatorunterbrechers, die Reaktion langsam wiederkehrt. Dieses Phänomen kann in verschiedenen Grenzen vorkommen; manchmal erreicht die Reaktion fast ihre frühere Höhe, manchmal ist sie wieder so klein, dass man es eben nur der graphischen Methode überhaupt verdankt, diese „vergrösserte Minimalzuckung“ sehen zu können; jedenfalls

Digitized by Google

blieb es aber für mich eine Tatsache, dass die Erschöpfung des myasthenischen Muskels keine endgültige sein dürfte. Diese letzte Meinung, welche ich bei meinen ersten Untersuchungen nicht zu veröffentlichen wagte (siehe „Gazeta lekarska“, „Annales d'Electrotrobiologie“, „Physikalisch-medizinische Monatshefte“), bleibt heute insofern nicht isoliert, als eben die neueste Arbeit von Steinert darauf hinweist, „der myasthenische Muskel könne sich während der refraktären Periode, also während der Dauer des Reizes erholen“, und seine Beobachtung durch einen physiologischen Versuch von Wwedenskij und eine ähnliche klinische Hypothese von Kollarits stützt. Unsere Beobachtungen mit den Kondensatorentladungen würden also, was diesen Punkt der Erholung anbelangt, zweifellos zu derselben Kategorie gehören, und wir wollen nur zuletzt bemerken, dass die rapide Kondensatorentladung, welche überhaupt beim normalen Muskel sehr schwer Ermüdungsphänomene hervorruft, also auch in der Myasthenie viel schwerer, als der faradische Reiz, obwohl in sehr präziser Weise, vielleicht eben dadurch den Erholungsprozess mehr befördert.

Ganz umgekehrt wie die Muskelkurve des myasthenischen Muskels sieht diejenige Kurve aus, welche ich, gemeinsam mit Dr. Kwiatkowski, bei zwei Fällen von „Polyneuritis“ gesehen habe. In kürzester Form wurde darüber dem Berner Kongress für Elektrologie und in der vorliegenden Zeitschrift (1902, S. 322) berichtet. Ich kann heute hier ausführlicher betonen, dass bei der Anwendung einer Reihe von identischen aufeinanderfolgenden Kondensatorentladungen die graphisch aufgenommenen Muskelkurven immer höher wurden, was bei gewissen Muskeln in geringer Proportion stattfand, so dass dieser „Aufstieg“ nur am Myogramm ersichtlich war, — bei gewissen Muskeln wiederum so frappant hervortrat, dass in den letzten Stadien die Kurvenzunahme auch mit blossem Auge erkannt werden konnte. In beiden Fällen fand die Erscheinung dann statt, wenn der negative Belag des Kondensators mit dem kranken Organ in Verbindung stand; im umgekehrten Fall konnte ich diese Erscheinung nicht beobachten oder sogar manchmal eine Verminderung der Kurvenhöhe. Mit unserer Beobachtung wäre der Fall von Capriati verwandt, welcher bei einem an „Polyneuritis apoplectiformis“ leidenden Patienten eine „forme particulière de réaction“ beobachtete, die durch eine „augmentation progressive de l'excitabilité au pôle négatif et une diminution progressive au pôle positif“ charakterisiert war. Capriati wahrte sich vor dem Einwande eines polaren Einflusses dadurch, dass es sich um keinen polaren Einfluss eines dauernden konstanten Stromes bei einzelnen Reizen handeln kann; auch dadurch, dass im variablen Zustand der Stromöffnung

Digitized by Google

eben die Erregbarkeit „une augmentation au pôle positif et une diminution au pôle négatif“ zeigt. In unserem Fall kann insofern der elektrotonische Einfluss nicht eine Rolle spielen, als die äusserst rapide Entladung wie bekannt keine solche merkliche Wirkung ausübt, was übrigens, wie es schon oben erwähnt wurde, auch von anderen Forschern bei der Prüfung unserer Methode bestätigt wurde. Es handelt sich also höchstwahrscheinlich um eine pathologische Muskelreaktion, welche manchmal sehr deutlich hervortritt (Zunahme der Kurvenhöhen = 1 : 1 : 1 · 2 : 2 : 2 · 3 : 2 · 5 oder 2 · 5 : 2 · 5 : 3 · 7 : 4 · 5 : 5 · 1 : 5 · 8 : 6 · 5), manchmal nur vermittels graphischer Methode beobachtet werden kann; was die Veränderungen der Kurvenform und nicht der Kurvenhöhe anbelangt, so ist es selbstverständlich, dass man nur die graphische Methode verwerten muss, um sich zu überzeugen, dass von den verschiedenen, sogar unter der Herrschaft eines Nerven stehenden Muskels ein Teil träge Entartungskurven ergibt, während andere ihre Bewegungsfähigkeit in normalen Grenzen bewahren. Die obenerwähnte Reaktion der Kurvenhöhe war desto deutlicher, je mehr die Kurvenform beeinträchtigt war, und dies würde vielleicht mit dem zweiten Fall von Capriati stimmen (Intoxicatio uraemica, neuritis multiplex), wo die pathologische Reaktion nur bei diesen Muskeln zu beobachten war, „qui étaient le plus intéréssés par le processus morbide“.

Wenn wir bisher bei dem Ermüdungsprozess der entarteten Muskel, bei der Myasthenie und bei der Polyneuritis hauptsächlich von Veränderung der Kurvenhöhe gesprochen haben, so können wir sehr leicht in der Myotonie einen Übergangspunkt zur Kurvenformveränderung finden. Die Myotonie wurde übrigens in den letzten Zeiten sehr oft mit der Myasthenie verglichen und kann auch hier gleich mit besprochen werden. — Was nun die bekannte myotonische Reaktion anbelangt, hatte ich noch im Jahre 1899 an einem Falle der Nothnagelschen Klinik in Wien Beobachtungen gemacht, welche mich überzeugten, dass man mit Kondensatorentladungen die charakteristische Nachdauer sehr leicht nachweisen kann, sogar bei schwächeren Entladungen, als der betreffende schmerzhafte Induktionsschlag, was ich auch in der „W. klin. Rundschau“ veröffentlichte. Spätere myographische Beobachtungen eines anderen Falles auf der Berliner Klinik überzeugten mich, dass auch bei einzelnen Kondensatorentladungen sowohl eine abnorme Dehnung des absteigenden Kurvenschenkels zu beobachten ist, als auch der allmähliche Rückgang dieser Abnormität; erst in der neuesten Literatur finde ich eine ähnliche Äusserung von Jensen, dass bei jeder Art der künstlichen Reizung die myotonische Reaktion sich hervorrufen lässt, was der Verfasser besonders für einzelne Induktionsstösse betont, im Gegensatz

Digitized by Google

zu den bisherigen Anschauungen, welche dem Verfasser unverständlich erscheinen.

Ähnliche Kurven mit Verlängerung des absteigenden Schenkels kann man bei anderen atrophischen und degenerierten Muskeln beobachten, jedoch handelt es sich mehr um eine typische Dehnung dieses Schenkels während der Wirkung des Reizes und nicht um eine Nachdauer nach beendigter Kondensator-Entladung; auch sind die Höhe und der aufsteigende Schenkel der Kurve normal, während die Muskelkurve eines degenerierten Muskels oder eines atrophischen langsam aufsteigt und nicht die normale Höhe erreicht. Was diesen letztgenannten aufsteigenden Kurvenschenkel anbelangt, war derselbe in allen anderen Fällen, die ich zu beobachten Gelegenheit hatte (ausser den obgenannten Ausnahmen) mehr oder weniger steil und rapid, besonders in der Tetaniekurve, gewissermassen in der Kurve der Chorea, überhaupt in denjenigen Fällen, welche eine höhere Erregbarkeit zeigten, steiler als in denjenigen, die wenig erregbar waren. Auch habe ich beobachtet, dass eine ähnliche Abhängigkeit gewissermassen zwischen dem Stadium des „latenten Reizes“ und der Steilheit des aufsteigenden Schenkels herrscht, worüber ich hier nicht ausführlich sprechen will und höchstens diejenigen Beobachtungen bei Muskeln der Tabetiker erwähnen will, wo das Stadium des latenten Reizes während des Krankheitsverlaufes mit der Länge des aufsteigenden Schenkels parallel zu wachsen schien. Erwähnenswert dagegen scheinen mir drei Fälle von Syringomyelie zu sein, deren einen ich an der Krakauer Klinik und zwei in der Privatpraxis zu beobachten Gelegenheit hatte, in welchen die atrophische Lähmung solchen Remissionen unterlag, dass man manchmal an eine gute Prognose denken konnte. Besonders in einem Fall war der regressive Verlauf der krankhaften Prozesse und die Veränderung der Muskelkurve „ad melius“ so bedeutend, dass eine nähere längere Untersuchung mit kombinierten Präzisionsmethoden als unentbehrlich sich zeigte. Es gehört eigentlich nicht hierher zu beschreiben, wie vermittels eines speziellen Thermästhesiometers und meiner elektrischen Modifikation des Neuramöbimeters zuerst die langsame Progression und dann während einer gewissen Zeit die allmähliche Regression der Empfindungsbeeinträchtigung für Temperaturen und der Reaktionszeit für Temperaturleitung und Reizsummation zu beobachten war. Auch ist es überhaupt schwer, diese Sache ohne entsprechende Schemata und Zeichnungen, die dem Thema nicht angehörig sind, zu erläutern. Ich kann nur so viel sagen, dass die Kurve eines kranken Muskels, sagen wir z. B. des Sartorius oder des Vastus, von einer länglichen, niedrigen Form während der

Digitized by Google

Krankheitsregression allmählich in eine kürzere und höhere Form überging, zuerst mit stark abgerundetem Gipfel, dann mit mehr oder weniger rapidem Übergang des aufsteigenden Schenkels in den absteigenden, endlich sogar in eine beinahe normale Gestalt, jedoch mit deformiertem absteigendem Schenkel. — In parallelem Verlaufe mit dieser Regression war auch die Summationsfähigkeit immer bedeutender, die Reaktionszeit zwischen Temperaturreiz und Gefühl immer kürzer, die Zirkelmessungen immer erfreulicher. Leider war dieser regressive Verlauf nur ein remittierender, obwohl hie und da neuerdings von längeren Regressionen gehört wird, und die Symptome fingen in umgekehrter Richtung zu schwinden. — Der an und für sich höchst interessante Fall, was überhaupt die Grenzen der Thermoanästhesie und die Summation der gleichzeitig intensiv gereizten Wärme- und Kältepunkte anbelangt, wurde hauptsächlich deswegen so ausführlich untersucht, da eben die myographische Prüfung der gestörten Motilitätsorgane interessante Schwankungen gezeigt hatte; es könnte wohl auch in anderen Fällen die genaue Beobachtung der Muskelkurve zu verschiedenen diagnostischen und therapeutischen Schlussfolgerungen anregen.

Zum Schluss will ich noch eine Beobachtung erwähnen, welche im gewissen Zusammenhang mit der Doumerschen Longitudinalreaktion (1891) zu stehen scheint. Es war für mich interessant, manchmal 2 oder 3 Muskelpolygraphe längs des Muskels zu befestigen, um zu beobachten, wie bei einem kranken Muskel die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Muskeldicke beeinträchtigt wird. Aus technischen Schwierigkeiten reizte ich mit der Kondensatorelektrode so weit wie möglich von dem Polygraphengebiet und bemerkte manchmal, dass mir die Zuckung vollkommen versagte. In einem Fall gelang es mir nur dann, als ich die Elektroden parallel zu dem Verlauf der Muskelfibrillen legte, was wohl in Zusammenhang mit den Beobachtungen von Doumer, Huet, Salomonson und Ghilarducci sein dürfte; die Kurve zeigte dann die Eigenschaften der Mendelsohnschen degenerativen Kurve in beträchtlichem Mass. Auch habe ich bei einem Fall von Neuritis (infolge einer Kompression der Fossa axillaris) nur kleine degenerative Kurven gewisser Muskelpartieen erhalten können, während der Rest desselben Muskels gar nicht reagieren wollte.

Die Grenzen der vorliegenden Mitteilung erlauben uns nicht über diejenigen Fälle zu sprechen, deren Kurven dem Typus der Mendelsohnschen atrophischen, degenerativen, spasmodischen und paralytischen Kurven entsprach; wir haben dieselben mit dem Kondensator konstatieren können und wir haben immer bedauert, dass in dieser Richtung und

Digitized by Google

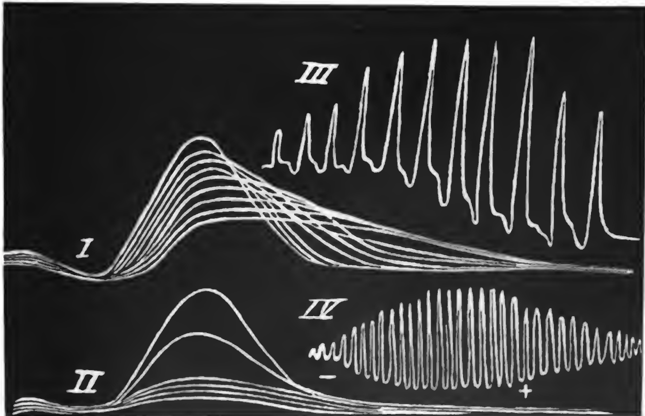
überhaupt elektrodiagnostisch im Sinne des Doumerschen Einteilungsprinzipes in Elementarreaktionen verhältnismässig so wenig gearbeitet wird. Der Zweck unserer Mitteilung bestand vielmehr darin, dasjenige zu sammeln, was für die Verwendbarkeit der Kondensatormethode in der klinischen Myographie sprach, um einerseits dieser Präzisionsmethode allseitig einen breiteren Weg in praxi zu bahnen, anderseits durch unseren kleinen Beitrag der klinischen Myographie wiederum einen Schwung zu geben. Der Förderer dieser graphischen Methode, Herr Mendelsohn, gesteht ja selbst, dass dieselbe „n'a été que très peu l'objet d'études spéciales", und Herr Sudnik äussert sogar, dass diese „description des caractères de chaque type, admise pour ainsi dire officiellement, est par trop vague". Wir haben also, wie gesagt, in aller Kürze sammeln wollen, was wir auf myographischem Wege bei der Beobachtung von Myasthenie, Myotonie, Tetanie, Syringomyelie, Polyneuritis, Ermüdung des normalen und des degenerierten Muskels usw. gesehen haben, um gewissermassen das Gesichtsfeld dieses interessanten Themas zu erweitern. Ohne auch etwas Neues an jeder Stelle erfinden zu wollen, haben wir doch getrachtet, auf diesem wenig berücksichtigten Gebiete der Literatur alle möglichen analogischen Befunde herauszusuchen, die Verwandtschaft unserer Beobachtungen mit solchen neuen Tatsachen betonend, wie die sarkoplasmatische Theorie von Joteyko, die myasthenischen Kurven von Steinert, die Hypothesen von Kollarits, die Reaktion von Capriati, die Äusserungen von Jensen usw.

Ausserdem glauben wir, nachdem auch die Typen von Mendelsohn konstatiert wurden und diesem Forscher im Vorwort zum vorliegenden Artikel eine kurze Genugtuung gegeben wurde, die unangenehme polemische Luft, welche auf dem Gebiete der klinischen Myographie seit der März-Nummer der vorliegenden Zeitschrift herrschte, gereinigt zu haben und dadurch auch den scheinbaren Misston, der zwischen zwei von derselben Idee begeisterten Forschern herrschte, hiermit zu beseitigen. Andererseits wollen wir dahingestellt sein lassen, ob für die kurze praktische Untersuchung die Methode der gegenseitigen Schwingungen nicht leichter durchzuführen sein wird; jedenfalls müssen wir aber mit dem Muskelpolygraph oder dem Myograph so lange arbeiten, bis die Berechnung der Verkürzung in der obengenannten Methode auf konstruktivem Wege vervollkommnet sein wird, und wenn das einmal geschieht, wird die klinische Anwendung der Myographie ein wichtiges Hilfsmittel für die Analyse der Nerven- und Muskelkrankheiten bleiben, besonders bei Anwendung eines so präzisen Reizes, wie die Kondensatorentladung einen solchen darbietet. So wie wir, seit 12 Jahren mit der Kondensatormethode arbeitend, nie

Digitized by Google

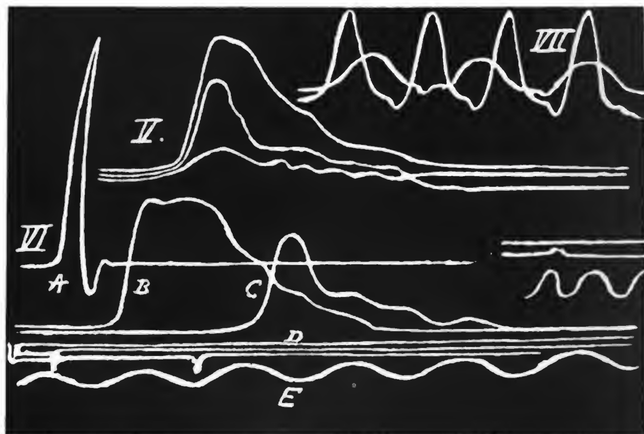
in unseren technischen oder klinischen Publikationen im Auge hatten, für die Priorität des Namens oder der Form zu kämpfen, sondern es als Pflicht angesehen haben, dasjenige zu veröffentlichen, was für die praktische Verwendbarkeit dieser präzisen Methode sprach, so haben wir auch heute keinen anderen Zweck im Auge; so wie es uns auch unter allen Äusserungen der Kritiker am meisten gefreut hat, als auf dem Casseler Kongress gesagt wurde, dass „eine praktische Ausgestaltung der Kondensatormethode für die Elektrodiagnostik erst durch Zanietowski zuteil geworden ist", so möchten wir auch gerne durch das Wenige, welches wir zu den bisherigen Resultaten der klinischen Myographie beizutragen trachteten, in einer möglichst eifrigen und erfolgreichen Arbeit den Praktiker auf diesem Gebiete der Untersuchung anregen, in welchem sich theoretische Ergründungen mit praktischen Beobachtungen vereinigen und gegenseitig ergänzen.

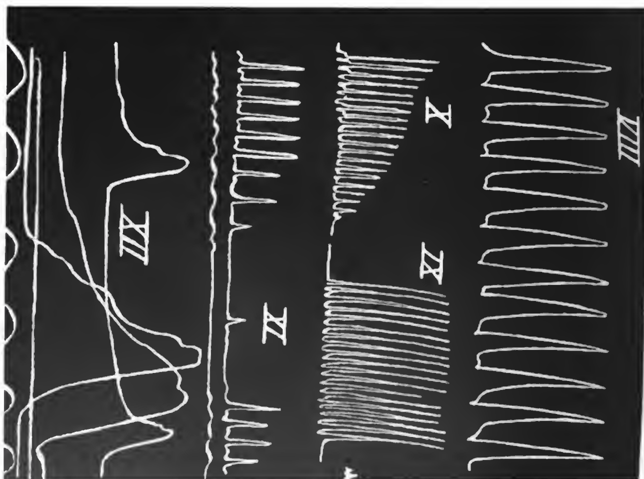
Wir fügen zum obigen Artikel einige Beispiele von Muskelkurven bei; vollkommen ohne nähere Aussprüche und nur deswegen, um die Verwendbarkeit der Kondensatormethode zur klinischen Myographik besser zu illustrieren.



Die Fig. I zeigt den Ermüdungsverlauf beim normalen Muskel; die Fig. II denselben beim anormalen Muskel; die Fig. III ist eine Kurve

Digitized by Google





Digitized by Google

der Polyneuritis, die Fig. IV stellt dasselbe bei Anwendung beider Pole vor. Die Fig. V erläutert den Rückgang der Differenzierung in verschiedenen Stadien der Degeneration; die Fig. VI den Vergleich der Latenz und der Kurvenform beim gesunden und beim kranken Muskel, wobei D das Zeitsignal und E die schwingende Feder bedeutet; selbstredend ist nur A normal. — Fig. VIII stellt eine normale Muskelkurvenreihe vor; Fig. IX und X Anfang und Ende der myasthenischen Einzelreizung; Fig. XI die Erholung bei derselben; Fig. XII die Regression bei der Syringomyelie.

B. Literatur-Bericht.

Neue Bücher.

Frederick Soddy. Die Entwickelung der Materie enthüllt durch die Radioaktivität. Vorlesung. Übersetzt von Prof. G. Siebert. Leipzig. Joh. Ambr. Barth. 1904. Mk. 1,80.

Karl Hofmann. Die radioaktiven Stoffe nach dem neuesten Stande der wissenschaftlichen Erkenntnis. 2. Auflage. Leipzig. Joh. Ambr. Barth. 1904.

Frederick Soddy. Radioactivity, an elementary Treatise, from the Standpoint of the Disintegration Theory. London, The Electrician Printing and Publishing Company, 1904. Kürzlich auch in deutscher Übersetzung erschienen unter dem Titel: Die Radioaktivität vom Standpunkte der Desaggregationstheorie elementar dargestellt. Unter Mitwirkung von Dr. L. F. Guttmann, übersetzt von Prof. G. Siebert. XII, 216 Seiten. Leipzig. Joh. Ambr. Barth. 1904. Mk. 5,60, geb. Mk. 6,40.

Diese drei neuen Bücher über die merkwürdigen Eigenschaften der von Becquerel entdeckten Strahlen kann ich den Lesern dieser Zeitschrift warm anempfehlen.

Alle drei sind mit Talent geschrieben und geben jedes für sich eine ziemlich vollständige Einführung in der Lehre der Radioaktivität.

Am angenehmsten lässt sich das Buch des Prof. Hofmann lesen. Der Stil ist einfach und klar: die Aufeinanderfolge der verschiedenen Kapitel ist eine natürliche und die ungeheure Menge aller dieser neuen Entdeckungen lässt sich an der Hand dieses talentvollen Führers leicht überwältigen.

Für viele Mediziner, die meist gegen mathematische Entwicklungen eine begreifliche Abneigung besitzen, muss das Büchlein Hofmanns eine willkommene Erscheinung sein, denn man findet darin nicht die allerkleinste Formel und man liest es ebenso bequem wie einen Aufsatz in der „Gartenlaube". Doch sind, so weit ich sehen kann, alle Erscheinungen, selbst die verwickeltsten, genau beschrieben und, wo möglich, erklärt. Ich wünsche, das Büchlein Hofmanns gelange in viele Hände.

Digitized by Google

Die beiden anderen Werke sind von der Hand des unermüdlichen Forschers Fr. Soddy, des Assistenten des Prof. Rutherford, der, wenn man von den beiden Curie absieht, mehr als jemand an der Vermehrung unserer Kenntnis der Radioaktivität beigetragen hat.

Das kleine, nicht immer glücklich in die deutsche Sprache übersetzte Werk ist die sogenannte Wilde-Vorlesung, die Soddy am 23. Februar 1904 in der Literary und Philosophical Society of Manchester gehalten hat. Das grössere englische Werk ist von der Direktion der grossen, viel verbreiteten englischen Zeitschrift „the Electrician" herausgegeben und bildet ein vollständiges Lehrbuch der Radioaktivität.

In beiden Werken tritt natürlicherweise die kühne Rutherfordsche Theorie der Radioaktivität kräftig in den Vordergrund. Es ist die Theorie der Disintegration der Atome. Gleichwie Arrhenius durch das Studium der Elektrolyse zu der Theorie der elektrolytischen Dissoziation geführt wurde, nach welcher jede chemische Verbindung in einer wässerigen Lösung in elektrisierte Atome, Ionen genannt, zerfällt, so haben Rutherford und Soddy aus ihren eignen Untersuchungen geschlossen, dass die Atome selber wieder durch unbekannte Ursachen in viele kleinere Teilchen geteilt werden können, die dann mit ungeheurer Geschwindigkeit nach allen Seiten hin weggeschleudert werden. R. und S. haben für diesen Prozess statt des Ausdrucks Dissoziation den der Disentegration gewählt, und mit Recht, denn die Auflösung der Verbindungen in separierte Atome ist eine ganz andere Erscheinung, als das gewaltige Auseinanderreissen der Atome selber in tausendfach kleinere, bis jetzt ganz unbekannte Teilchen. Die Argumente für diese merkwürdige Theorie sind von Soddy im Kapitel VIII des englischen Werkes ausführlich und in vortrefflicher Weise entwickelt. Man bewundert den logischen Gedankengang bei der Behandlung solcher schwierigen Probleme. In der kürzeren Wilde-Vorlesung wird derselbe Gegenstand (S. 14 ff.) besprochen und beherrscht auch weiter diese Theorie die weitere Auseinandersetzung der gefundenen Tatsachen. Man findet dort auch die neueste Ausgestaltung dieser Theorie in folgendem Satz ausgesprochen: „Es werde angenommen, dass die Elemente, welche Radioaktivität zeigen, eine langsame spontane Umwandlung in andere Elemente erleiden".

Diese merkwürdige Konklusion, welche den alten Grundsatz der Chemie, die Konstanz der chemischen Elemente, ganz umwirft, stützt sich auf einen Versuch, der S. 39 der Vorlesung beschrieben ist: 20 Milligramm Radium wurden einige Monate lang in trockenem Zustande aufbewahrt und dann in Wasser gelöst. Die hierbei frei werdenden Gase wurden durch ein in flüssiger Luft stehendes Kapillarrohr getrieben und dann in eine Spektralröhre von sehr geringem Volumen eingepresst. Die Röhre zeigt deutlich das Spektrum des Heliums, wodurch bewiesen war, dass in einer oder andrer Weise das Radium in Helium umgewandelt war. Das Helium ist das äusserst merkwürdige Gas, das im Anfange nur in der Sonnenatmosphäre nachweisbar war, später aber von Ramsay auch in den seltenen uranhaltigen Mineralien entdeckt worden ist. Diese Mineralien sind dieselben, aus welchen die beiden Curie das stark radioaktive Bromradium bereitet haben, und diese beiden Forscher haben bewiesen, dass andre, reines Barium enthaltende Mineralien niemals das Radium liefern.

Digitized by Google

So ist denn der innige Zusammenhang des Radiums und des Heliums unbestreitbar. Dasselbe ist der Fall mit dem radioaktiven Thorium, das auch bloss aus uranhaltigen Mineralien bereitet werden kann, und so hat Rutherford die Meinung ausgesprochen, dass in allen radioaktiven Stoffen Radium vorkommt und dass die Atome dieses Radiums sich ohne irgend eine merkliche äussere Ursache in Thorium und Helium verwandeln. Diese Verwandlung in Helium wird im englischen Buche (S. 159 ff.) ausführlich beschrieben. Man findet dort auch die Abbildung der verschiedenen Apparate, mittels welcher dieser mühsame Versuch gelungen ist. Zugleich findet man dort auch alles zusammengestellt, was von der sogenannten Emanation der radioaktiven Substanzen entdeckt worden ist. Diese Emanation entwickelt sich durch Erwärmung aus allen radioaktiven Substanzen, vornehmlich aus deren Lösungen, verbreitet sich ganz wie ein Gas und kann also nach andren Räumen weggeführt und dort durch starke Abkühlung kondensiert werden. Der Emanation des Radiums ist, wie später von Rutherford und Soddy gefunden wurde, mit dem Helium identisch. Dieses alles und noch viel mehr wird in dem englischen Buche in erschöpfender Weise mitgeteilt und durch viele Tabellen erläutert. Auch wird hier eingehend der Unterschied der drei verschiedenen Arten von Strahlen, α, β und γ-Strahlen, welche von den radioaktiven Substanzen ausgesandt werden, besprochen.

Die Versuche, die Becquerell u. a. über diesen Gegenstand angestellt haben, sind so interessant, dass man leicht verführt werden könnte, aus den obengenannten Büchern den ausführlichen Bericht über diese Versuche zu zitieren. Damit wäre aber meine Aufgabe bei weitem überschritten und so begnüge ich mich, noch einmal alle diese drei Werke den Lesern dieser Zeitschrift anzuempfehlen. Hoorweg (Utrecht).

Chronik.

Der für 1905 in Amsterdam angesetzte **III. Internationale Kongress für Elektrotherapie und Radiologie** ist verschoben, wie folgendes Schreiben uns ankündigt.

Amsterdam, 20. Oct. 1904.

Monsieur et très honoré confrère!

Nous avons l'honneur de vous informer que le comité d'organisation du troisième congrès international d'Electrologie et de Radiologie médicales a cru devoir ajourner jusqu'en 1908 la session prochaine du congrès qui aurait du avoir lieu en 1905 à Amsterdam.

Cet ajournement a été tout indiqué afin d'éviter d'avoir deux congrès traitant le même sujet dans le cours de la même année.

La société de Radiologie à Berlin a pris l'initiative de célébrer la dixième anniversaire de la découverte de Röntgen par un congrès international de Radiologie à Berlin sous la présidence de l'illustre savant.

Notre comité, convaincu que tous les membres de notre congrès ne désirent pas mieux que de rendre hommage au professeur Röntgen a cru agir en accord

Digitized by Google

avec leurs idées en favorisant le congrès de Berlin et en contribuant autant que possible au succès de la fête en honneur de l'anniversaire de la découverte des rayons X.

Cette considération nous a imposé la nécessité d'ajourner notre congrès. Ce n'est qu'après ample discussion que la date de 1908 a été fixée.

Agréez Monsieur et très honoré confrère l'assurance de notre parfaite considération.

Le Comité d'organisation:

Prof. Dr. J. K. A. Wertheim-Salomonson, Président.

Dr. D. Mac Gillavry, Secr. gén.

Zum Kapitel: Elektrotherapie und Wirtschaft.

(Auszug aus dem Berliner Tageblatt. No. 57 vom 8. März 1904.)

Versuchte Erpressung führte gestern den Kaufmann Bruno Kratsch aus Chemnitz vor die dritte Strafkammer des Landgerichts I. Er war auf Grund einer Annonce, worin für intelligente Leute grosser Nebenverdienst in Aussicht gestellt wurde, mit der Elektrizitätsgesellschaft „Sanitas" in Verbindung getreten und hatte mit dieser einen Vertrag geschlossen, nach dem er zur Einrichtung eines Instituts für elektrische Lichtbäder die erforderlichen elektromedizinischen Apparate für den Preis von 5500 Mark von der Gesellschaft entnahm. Vertragsmässig zahlte er 2000 Mark bar an, über den Rest wurden 3 Monatsakzepte ausgestellt, der Angeklagte reüssierte aber mit seinem Unternehmen gar nicht. Er hatte für dieses in Leipzig Räume gemietet, die Polizei erteilte aber aus Gründen, die in der Person des Anklagten lagen, nicht die Erlaubnis zur Eröffnung des Instituts. Er wandte sich von dort nach Chemnitz; das Geschäft ging dort aber so schlecht, dass er schliesslich nicht mehr imstande war, die Akzepte einzulösen. Es kam zur Klage und das Ende vom Liede war, dass der Angeklagte sein ganzes Geld verloren hat und noch dankbar sein musste, dass die Gesellschaft „Sanitas" in wohlwollendem Entgegenkommen mit ihm einen Vergleich abschloss nnd die ihm gelieferten Apparate wieder zum Weiterverkauf zurücknahm. Der Angeklagte war aber hiermit nicht zufrieden. Er wähnte sich durch die Gesellschaft benachteiligt und behauptete, man habe ihm bei den Vertragsverhandlungen gesagt: er würde ein glänzendes Geschäft machen, es würde ihm nicht schwer fallen, einen ärztlichen Leiter für das Institut zu finden, einer Konzession bedürfe es nicht, und ihm würde jeder Pfennig zurückbezahlt werden, wenn er keine Geschäfte mache. Auf Grund dieser seiner Behauptungen machte er Geldansprüche gegen die Gesellschaft geltend und richtete an diese Brief auf Brief, bis die Gesellschaft schliesslich Anzeige wegen versuchter Erpressung erstattete. Ihre Vertreter bezeugten im gestrigen Termin, dass sie durchaus nicht solche Zusicherungen gemacht hätten, wie der Angeklagte behauptete.

Der Staatsanwalt beantragte 9 Monate Gefängnis. Der Gerichtshof hielt jedoch nicht für erwiesen, dass der Angeklagte bei Abfassung der drohenden Briefe überzeugt gewesen ist, einen rechtswidrigen Vermögensvorteil zu erstreben, und erkannte deshalb auf Freisprechung.

Digitized by Google

Zeitschrift für Elektrotherapie

und die physikalischen Heilmethoden.

Band VI. 1904. Heft 12.

A. Abhandlungen.

I.

Die Behandlung der Neurastheniker mit hohem arteriellen Druck mittels Hochfrequenzströmen.

Experimentelle Untersuchungen

von Dr. **Ugo Gay**,

Oberarzt der elektrotherapeutischen Abteilung des Instituts für physikalische Therapie in Rom, geleitet von Prof. C. Colombo.

I.

Es ist besonders das Verdienst Prof. Huchards, nachgewiesen zu haben, dass der gesteigerte arterielle Druck nicht immer eine anatomische Veränderung des Zirkulationsapparats bedeutet, sondern er ist oft das Anzeichen einer einfachen funktionellen Störung, die alsdann, aber sehr langsam, die Ursache der materiellen Läsionen des Gefässsystems wird.

Die Anwesenheit von Toxinen im Blute gewöhnlich vasokonstriktiver Beschaffenheit, und die Zurückhaltung der Extraktivsubstanzen der Xanthingruppe genügen, um die Drucksteigerung zu erregen. Insbesondere hat die Harnsäure in dieser Hinsicht eine ausserordentliche Bedeutung (Haig, Huchard, Boulomier).

Die Blei- und die chronische Nikotinvergiftung bedingen in ähnlicher Weise Drucksteigerung. Die prämenstruelle Epoche, die Menopause gehen ebenso mit Drucksteigerung einher. Die Granularniere, die Zurückhaltung der Chloride (Ambard, Blangan), die übermässige Tätigkeit der Nebennieren (Bainard, Vaquez, Josué usw.) sind sämtlich mit arterieller Drucksteigerung verbunden. Vorübergehende Drucksteigerung infolge pathologischer Vorgänge wird unter gewissen Umständen dauernd, wirkt wieder auf das gesamte Zirkulationssystem zurück und verursacht nach einiger Zeit Läsionen, die zu Arteriosklerose und Atherom führen.

Digitized by Google

Abnormes Verhalten des Blutdrucks infolge Einwirkung toxischer Substanzen, die im Blute zirkulieren, findet man bei zahlreichen Neurasthenikern, besonders auch in den trostlosen Fällen, die vom Arzte so oft schematisch nach der Weir-Mitchellschen Methode behandelt werden, ohne Rücksicht auf die die Neurose bedingende jeweilige Ursache, zu deren Bekämpfung nichts geschieht.

Die bei der Neurasthenie auftretende Steigerung des arteriellen Blutdrucks ist die Folge einer Vergiftung der nervösen Zentren. Diese Ursache genügt zur Erklärung zahlreicher Beschwerden, worüber der Kranke klagt. Der Neurastheniker mit Steigerung des Blutdrucks darf nicht als Astheniker, sondern muss als Intoxizierter behandelt werden.

Es handelt sich gewöhnlich um Gichtkranke, Alkoholisten, Individuen mit beginnender Sklerose, bei deren Behandlung vor allem die Ausscheidung der im Blute kreisenden Toxine und das Herabgehen des Blutdrucks von Nöten ist. Die Untersuchung des Kranken und besonders die Harnuntersuchung erweisen immer die Anwesenheit solcher abnormer Produkte im Organismus.

Die Behandlung derartiger Neurastheniker ist mit allen möglichen physikalischen und arzneilichen Mitteln versucht worden: hier seien nur die Hypodermoklyse mit physiologischer Kochsalzlösung, die absolute Milch-, resp. vegetarianische Milchdiät, die Massage (letzthin besonders von Contrin in Form der Unterleibsmassage empfohlen), die warmen Wasser- und elektrostatischen Douchen, die Kohlensäure-, Dampf- und Pilocarpinbäder und die schweisstreibenden und blutdruckherabsetzenden Medikamente angeführt.

Die ausserordentlich wohltätige Wirkung der Hochfrequenzströme bei diesen Zuständen ist nun viel zu wenig bekannt. Ich verweise speziell auf die oben geschilderte Kategorie von Kranken, weil ich deprimierte Neurastheniker mit schwachem Blutdruck und Hystero-Neurastheniker in der angegebenen Weise behandelt und ein negatives Ergebnis erzielt habe, in einzelnen Fällen sogar eine deutliche Verschlimmerung. Die Literatur über die Wirkung der Hochfrequenzströme auf den Zirkulationsapparat bestätigt, dass diese spezielle Form elektrischer Energie das Stadium der Druckerhöhung sicher und rasch beeinflusst und empfiehlt ihre elektrotherapeutische Verwendung zur Behandlung der Blutgefässanomalien bei verschiedenen Krankheiten.

Weiterhin üben bekanntlich die Arsonval-Teslaströme auf den Stoffwechsel grossen Einfluss aus. Es wird von den Praktikern übereinstimmend versichert, dass besonders die „Autokonduktion", d. h. der Aufenthalt im

Digitized by Google

Innern der grossen über mannshohen Spule eine Steigerung des Ernährungsvorgangs hervorruft, eine Vermehrung der Frequenz der Atemzüge, Steigerung der Quantität der ausgeatmeten Kohlensäure und des eingeatmeten Sauerstoffs; gleichzeitig wird die Bildung des Oxyhämoglobins angeregt und ihre Menge zur Normale zurück geführt, wenn sie darniederlag. Der organische Verbrennungsprozess wird energischer und ausgiebiger, die Urinmenge steigt. Chlorure, Sulphate, Phosphate werden in höherem Masse ausgeschieden, ebenso die Harnsäure, das Harnstickstoffverhältnis steigt um 2—4 %.

Zu dieser beschleunigenden und deshalb antitoxischen Stoffwechselwirkung der Hochfrequenzströme bei Neurasthenikern mit hohem Blutdruck bringen unsere Beobachtungen im folgenden einige bemerkenswerte Beiträge.

II.

In dem grossen Solenoid für „Autokonduktion" wurden zwölf Neurastheniker, welche sämtlich Anzeichen toxischer Blutdrucksteigerung boten, mit Hochfrequenzströmen behandelt. Nur auf drei von ihnen sei hier im einzelnen eingegangen, da die übrigen im ganzen ein nur wenig verändertes Bild darboten.

Der von uns zur Untersuchung benutzte Apparat besteht:

1. Aus einem Rhumkorffschen Funkeninduktor, dessen Funke ein Meter lang ist, mit Kondensator und Wehneltunterbrecher, er wird durchflossen von einem Strassenleitungs-Strom von 110 Volt Spannung.
2. Aus einem doppelten Kondensator in Form Franklinscher Tafeln.
3. Aus dem grossen Arsonvalschen Solenoide.

Die Stromstärke im primären Stromkreis des Induktors betrug 6 Ampère, die Sitzungen dauerten stets 25 Minuten und wurden immer zur selben Stunde (3½ Uhr nachmittags) abgehalten. Vor und nach jeder elektrischen Applikation wurde der Druck in der Humeralis mit dem Sphygmomanometer von Riva-Rocci gemessen und der Radialpuls gezählt. Vor und nach der Behandlung wurden sorgfältige Urin-Untersuchungen angestellt und sphygmographische Kurven der Arterien aufgezeichnet.

I. L. G., 25 Jahre alt, Handlungskommis. In der Ascendenz Alkoholismus, zwei Brüder lungenkrank, starker Onanist und Trinker. Seit sechs Monaten leidet er an Gefühl von Schmerz im Kopfe, allgemeiner Schwäche, Ermüdung am Morgen, hypochondrischen Anwandlungen, Neigung zum Selbstmord. Knochenbau gut entwickelt, Ernährung mässig.

Digitized by Google

Körpergewicht 71 kg, Statur 1,68 m. Sensibilität normal, Reflexe etwas gesteigert, Lichtreaktion normal, kein Romberg. Herz normal. Puls 76.

Blutdruck 160 (drei Tage nach einander vor der Behandlung zur selben Stunde gemessen).

Urinmenge in 24 Stunden 1300 ccm, Urin stark sauer, von trübem Aussehen, Phosphate und Sulphate annähernd normal, Chloride 6 g, Harnstoff 12 g, Harnsäure 3 g per Liter.

Anzahl der Pulsschläge vor und nach der Behandlung.

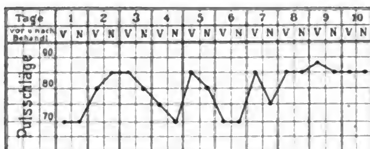


Fig. 1.

Im Blute findet man weder quantitative, noch qualitative Veränderungen der einzelnen Elemente. Normale Funktion des Magens und Darms.

Der Kranke wurde zehn Tage lang der Anwendung von Hochfrequenzströmen im grossen Solenoid unterzogen. Die erzielten Resultate hinsichtlich Puls und Blutdruck siehe in Fig. 1 und 2.

Wir hatten also ein fortschreitendes Herabgehen des Blutdrucks von 160 auf 120 in den zehn Tagen und ein Anschwellen der Zahl der Pulsschläge von 70 auf über 80 in der Minute.

Blutdruck vor und nach der Behandlung.

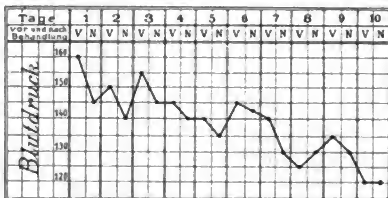


Fig. 2.

Die Urinuntersuchung nach der letzten Sitzung ergab folgende Resultate:

Urinmenge in 24 Std. 1600 ccm. Phosphate und Sulphate annähernd normal, Chloride 20 g, Harnstoff 16 g, Harnsäure $^1/_2$ g per Liter.

Dem Herabgehen des Blutdrucks bei diesem Kranken entsprach also eine Verminderung der Harnsäure, eine vermehrte Ausscheidung von Chloriden und Harnstoff und von Urin.

Die subjektiven Symptome des Patienten sind zurückgegangen. Patient fühlt sich kräftiger und ist des Morgens nicht mehr müde, der

Digitized by Google

bleierne Druck im Kopfe hat abgenommen, die Selbstmordneigung ist verschwunden, die hypochondrischen Vorstellungen sind verblasst.

II. J. B., 39 Jahre alt, Kutscher. Heredität unbedenklich, Anamnese ergibt nichts besonders, vor vielen Jahren hat er ein vom Arzte als syphilitisch bezeichnetes Ulcus gehabt.

Patient sehr kräftig, Gewicht 79 kg, Statur 1.77 m.

Schwere vasomotorische Erscheinungen, Hitzeempfindung im Gesicht, Neigung zu Ohnmacht, Druck im Kopfe, Sehstörungen, Schwächegefühl, rheumatische Schmerzen an verschiedenen Stellen des Körpers, nur vier-

Blutdruck vor und nach der Behandlung.

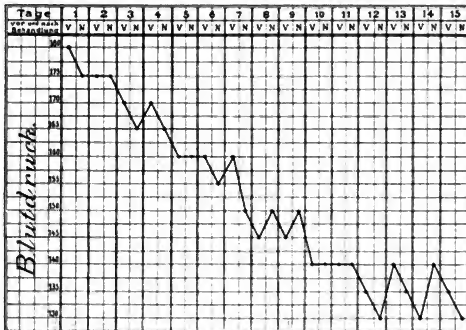


Fig. 3.

bis fünfstündigen Nachtschlaf. Selbstmordneigung, erhöhte Sehnenreflexe, Magen und Eingeweide normal, Herz normal. Puls 86. Blutdruck 180.

Urin: Menge 1200 ccm in 24 Stunden. Chloride und Sulphate annähernd normal. Harnstoff 16 g per Liter. Harnsäure 5 g per Liter. Phosphate 10 g per Liter. Blut und Blutbestandteile nicht verändert.

Patient wurde vierzehn Tage lang der Behandlung mit Hochfrequenzströmen unterzogen. Wir erhielten die in Fig. 3 angegebenen Resultate.

Aus den Kurven geht hervor, dass unter dem Einflusse der Behandlung der Blutdruck von 180 auf 130 gesunken ist und der Puls zwischen

Digitized by Google

85 und 65 sich bewegt hat (70 am 14. Tage). Urinuntersuchung am Ende der Behandlung: Urinmenge 1500 ccm. Sulfat annähernd normal. Chloride 5 g per Liter. Harnstoff 16 g per Liter. Harnsäure 2 g per Liter. Phosphat annähernd normal.

Sphygmogramme vor und nach der Kur in Fig. 4.

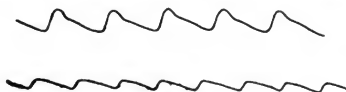


Fig. 4.

III. M. L., 52 Jahre alt, Arzt. — Neuropath und Arthritiker. Früher hitziges Temperament, Migräne, spastischer Kolik, ekzematöse und juckende Hautausschläge vorhanden gewesen.

Patient war stets mässig und solide, trank nicht, ist aber starker Raucher. Infolge seines verantwortungsvollen Berufs hat er sich in den letzten Jahren zerebral sehr angestrengt, auf diese Überanstrengung führt er seine jetzigen Beschwerden zurück, besonders die schnelle Ermüdung der unteren Extremitäten, die schon nach kurzer Bewegung schmerzhaft werden und ihn zum Ausruhen zwingen. Auch die oberen Extremitäten ermüden bei Anstrengungen leicht. Parästhesieen in Form von Jucken und Erkalten in Armen und Beinen. Cardiale Erregbarkeit, besonders des Morgens. Anfälle von Synkope, welche aber nicht bis zum vollen Verlust des Bewusstseins führen, Beschwerden im Vorderhaupte, psychische Unaufgelegtheit, Angstgefühl, hypochondrische Ideen des Inhalts: der Patient stirbt eines frühen Todes. Ernährungszustand gut, Neigung zur Fettleibigkeit, Statur 1,78 m. Gewicht 82 kg. Sensibilität und Reflexe normal. Pulsadern bei Palpation etwas resistent, geschlängelte Temporales; Herzschlag etwas verstärkt, Herzspitze 2 cm nach aussen von der linea mammillaris. Zweiter Aortenton verstärkt. Puls 96. Blutdruck 185.

Urin: Tägliche Urinmenge 1400 ccm. Chloride 8 g per Liter. Harnstoff 14 g per Liter. Harnsäure 10 g per Liter. Phosphate annähernd normal. Sulfate annähernd normal. Blutbefund und Magendarmkanal normal.

Patient wurde zwanzig Tage lang der Behandlung mit dem d'Arsonvalschen Strome unterworfen.

Man ersieht, dass die Therapie eine ziemliche Abnahme des Blutdrucks zur Folge hatte, welche auch hier in der grösseren Ausscheidung von Urin und Harnstoff und in der Verminderung der Harnsäureausscheidung ihren Ausdruck findet.

Urinmenge 2000 ccm. Phosphat annähernd normal. Sulfat annähernd normal. Chloride 14 g per Liter. Harnstoff 19 g per Liter. Harnsäure 2 g per Liter.

Digitized by Google

Bei diesem Patienten erhielten wir eine erfreuliche Besserung besonders der Muskelschwäche. Die Parästhesien, der Cardiopalmus, die ohnmachtsähnlichen Anfälle, welche augenscheinlich der begleitenden Sklerose angehörten, blieben bestehen.

Jedenfalls darf der Verlauf auch dieses dritten Falls, ebenso wie der unseren übrigen 9 hier nicht weiter berührten Fälle zur Anwendung der Hochfrequenzstromtherapie bei Neurasthenikern mit gesteigertem Blutdruck ermutigen.

Einige meiner Patienten habe ich nachträglich noch untersuchen können, von anderen nach Monaten nach Schluss der Behandlung Erkundigungen einzuziehen Gelegenheit gehabt.

Bei allen war die Besserung nach der Kur beständig geblieben. Zur Vervollständigung muss ich hinzufügen, dass ich allen Patienten eine reizlose Diät vorgeschrieben und einigen auch Medikamente verordnet habe, die mir nach Massgabe des Krankheitsbildes am Platze erschienen. Ohne behaupten zu wollen, dass die d'Arsonvalschen Ströme für sich allein Neurastheniker mit erhöhtem Blutdruck heilen können, kann ich aus meinen Erfahrungen schliessen:

1. Die Hochfrequenzströme der Autoinduktionsmethode beschleunigen bei Neurasthenikern mit erhöhtem Blutdruck den Stoffwechsel, erzeugen durch Anregung der Harnsekretion eine rasche Entgiftung des Bluts und eine sofortige Erniedrigung des Blutdrucks.

2. Gleichzeitig mit diesen objektiven Veränderungen der Krankheitserscheinungen wird Nachlassen der subjektiven Beschwerden beobachtet.

3. Infolge der druckherabsetzenden Wirkung auf die peripheren Arterien finden die Hochfrequenzströme ihr natürliches Anwendungsgebiet bei der frühzeitigen Behandlung der Arteriosklerose, welche sich bei Neurasthenikern mit Drucksteigerung wegen der Rigidität und der permanenten Druckerhöhung in den Arterien leicht einstellt.

Die Leichtigkeit, mit welcher diese Form der elektrischen Energie angewandt werden kann, die bequeme Handhabung der Methode, ihre schnelle und sichere Wirkung auf die Blutzirkulation sind genügende Gründe, um dieses blutdruckherabsetzende Heilverfahren den meisten andern physikalischen und pharmakologischer Behandlungsarten vorzuziehen.

Rom, September 1904.

Digitized by Google

II.

Die Ionen- oder elektrolytische Therapie.

Von Dr. **Stephan Leduc,**
Professor an der École de Médecine in Nantes.

(Schluss.)

Leitungskurven der lebenden Gewebe.

Der Körperwiderstand ist im grossen und ganzen der Hautwiderstand, er bedeutet das Hindernis, welches dieser dem Durchzuge der Ionen entgegenstellt, er muss von der Beschaffenheit der Ionen, ihrer Grösse usw., der des Zellenplasmas, seiner chemischen Zusammensetzung usw. abhängen. Wir müssen also die Bedeutung dieser verschiedenartigen Einflüsse auf die elektrische Widerstandsfähigkeit des menschlichen Körpers R ins Auge fassen, oder besser die Leitungsfähigkeit C, den reziproken Wert des Widerstandes $\left(C = \frac{I}{R}\right)$.

Der Widerstand an den Elektroden ist ihrer Oberfläche umgekehrt proportional. Berücksichtigt man nur die Widerstände a und R an den beiden Elektroden, so ist der Ausdruck für die Leitungsfähigkeit $C = \frac{I}{a + R}$, worin a den kleinen Widerstand der grossen Elektrode, R den grossen Widerstand der kleinen Elektrode bedeutet. Ist das Verhältnis der Elektrodendimensionen derart, dass a im Vergleich zu R vernachlässigt werden kann, so kann die Leitungsfähigkeit als ausschliesslich von dem grossen Widerstande der kleinen Elektrode abhängig angenommen werden.

Zur Herstellung unserer Leitungskurven verwenden wir eine indifferente grosse Elektrode mit nur geringem Einfluss auf die Leitfähigkeit und die Stromstärke, und zum Studium der Ionenwirkung eine kleine Elektrode, deren Rolle bei der Leitfähigkeit und der Stromstärke vorwiegend wird. Die indifferente Elektrode hat wenigstens 250 Quadratzentimeter, während die aktive Elektrode nur 10 oder 12 qcm misst.

Wenn man den Stromkreis derart gestaltet, dass der äussere Widerstand im Verhältnis zum Körperwiderstand vernachlässigt werden kann, den besonders der Hautwiderstand unter der kleinen Elektrode ausmacht, so sind bei genügender Konstanz der elektromotorischen Kraft die Intensitätsschwankungen parallel den Leitungsschwankungen an der kleinen Elektrode. Bei Akkumulatoren von grosser Fläche, also grosser Kapazität, ist der äussere Widerstand im Vergleich zu dem Körperwiderstande verschwindend und infolge der angewendeten geringen Stromstärke ist die elektromotorische Kraft absolut konstant.

Digitized by Google

Der Stromkreis, dessen wir uns zur Zeichnung der Leitungskurven bedienen, besteht aus drei Akkumulatoren, einem sehr empfindlichen aperiodischen Galvanometer, welcher $1/4$ M.-A. genau und bis zu 2,5 M.-A. zeigt, endlich einem Stromwender, mit dem man die Stromrichtung im Körper momentan wechseln kann.

Die grosse indifferente Elektrode wird mit einprozentiger Kochsalzlösung, die kleine aus dichter hydrophiler Gaze mit der zur Untersuchung bestimmten Lösung durchfeuchtet und an die Stelle der Haut gebracht, deren Leitungsfähigkeit für die Ionen man bestimmen will.

Im Augenblicke der Stromschliessung löst man den Sekundenzeiger eines Chronometers und man bestimmt die Stromstärken am Galvanometer alle fünfzehn Sekunden, wenn ihre Schwankungen geschwind, alle Minuten, wenn sie langsam sind. Wenn die Stromstärke konstant geworden ist, kehrt man den Strom um, wodurch das an der kleinen Elektrode wandernde Ion gewechselt wird und notiert wiederum die Stromstärke. So erhält man eine Tabelle der Stromstärken zu den verschiedenen Zeiten. Man trägt nun die Zeiten auf der Abszisse, die Stromstärken auf der Ordinate ein, verbindet die Gipfel der Ordinaten und erhält so die Kurve der Stromstärken, welche jener der Hautleitung an der kleinen Elektrode parallel ist; für die verwendete elektromotorische Kraft und die Ionen, die in der Elektrode enthalten sind, hat man dann die Beziehung: $I = \frac{1}{R} = C \,.\, E'$.

(Siehe Fig. 7, 8, 9, 10.)

Ich gebe hier eine Anzahl solcher Kurven, teils eigene, teils von Herrn Dr. Gonzalez Quijano ermittelte.

Die Kurven sind geeignet, Ärzten und Biologen vieles verständlich zu machen und es ist zweckmässig, genauer auf ihre Deutung einzugehen.

Zum Verständnis der verschiedenen Teile der Kurven muss man sich erinnern, dass die Leitung der Elektrolyte sich im wesentlichen richtet

1. nach der Beschaffenheit der Ionen, die den Elektrolyten konstituieren,

2. nach ihrer Zahl, d. h. der Konzentration und der Dissoziation der elektrolytischen Lösung,

3. nach ihrer Geschwindigkeit, also, wie wir gesehen haben, nach dem Widerstande, den das Protoplasma den Ionenbewegungen entgegensetzt.

Die Kurve des salzsauren Chinins also hebt bei der Anode als aktiver Elektrode an, die Körperanionen verlassen die Haut und dringen in die Elektrode, ihrerseits ersetzt durch die Anionen tieferer Schichten, dieser Prozess verändert nur wenig den Zustand der Haut. Das Chininion

Digitized by Google

dringt aus der Elektrode in die Haut, deren Kationen es ersetzt, seine Anwesenheit verändert hier das Zellenprotoplasma.

Alle diese Vorgänge sind geeignet, die Leitfähigkeit der Haut und die Stromintensität, welche bei konstanter elektromotorischer Kraft ein bestimmtes Verhältnis besitzt, zu stören, die Kurve zeigt wirklich, dass der Zuwachs an Stromstärke anfangs bedeutend ist, dann immer langsamer wird, die Kurve der Stromstärke schliesslich dazu neigt, der

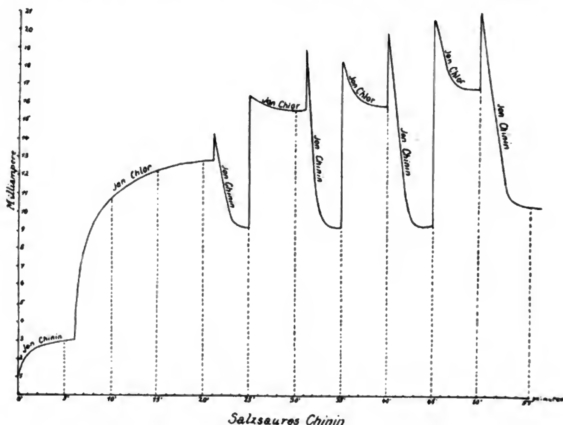


Fig. 7.

Abszissenaxe parallel zu werden. Die Umkehrung des Stroms verwandelt sechs Minuten später die Anode in die Kathode, das Chlorion tritt jetzt in die Haut, man erblickt einen Intensitätszuwachs, der weit grösser ist, als zur Zeit der Einführung des alkalischen Radikals des Chininsalzes, dieses Ansteigen verlangsamt sich und die Kurve wird wieder der Abszissen-Achse parallel.

Die Wendung, welche wiederum Chinin in den Körper einführt, gibt von neuem Anlass zu einem schroffen Gipfel, doch fällt die Intensität alsbald schnell unter die vorherige. Durch mehrfache Unterbrechungen des Stroms wird die Kurve immer mehr spezifisch typisch und nimmt

Digitized by Google

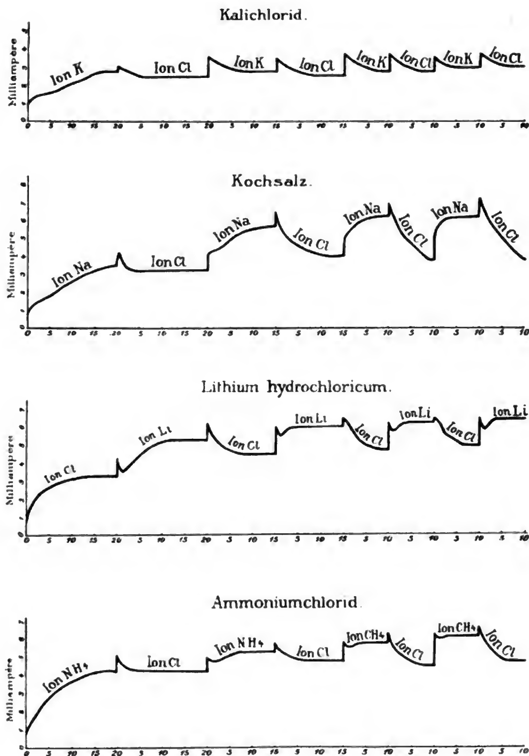


Fig. 8.

Digitized by Google

einen ausgesprochen gleichmässigen Charakter an. Die Intensitätsschwankungen können nur auf zwei Ursachen zurückgeführt werden: 1. auf die Schwankungen des Körperwiderstandes, 2. auf die Polarisationserscheinungen. Die schroffen und flüchtigen Schwankungen nach den Stromwendungen sind die Folge der Polarisation, die die Kurve also näher kennen lehrt. Die andern Schwankungen kommen vom Wechsel des Körperwiderstandes, vom Ersatz des Elektrodenions für das Haution, sei es unmittelbar, oder wie des öfteren infolge der sekundären Wirkung

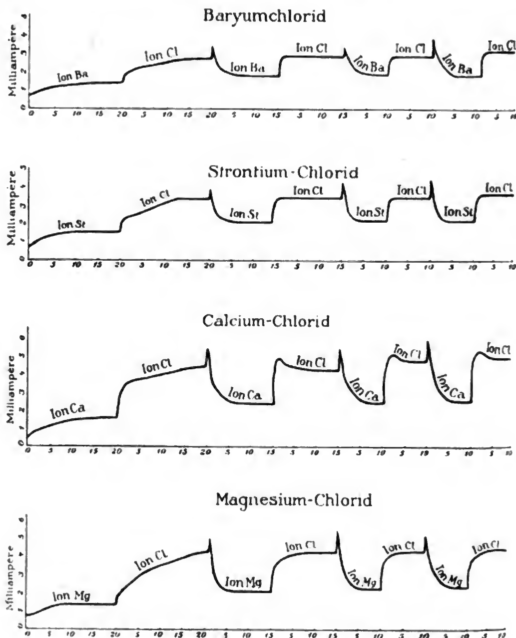


Fig. 9.

Digitized by Google

auf die organischen Elektrolyte oder Colloide; wenn der Strom länger andauert, so wird die Stromstärke infolge der Körperleitung konstant, die Ioneneinfuhr ändert nichts mehr an der Hautleitung, ein Umstand, der die Annahme nahe legt, dass die Haut die neuen Ionen im Verhältnis

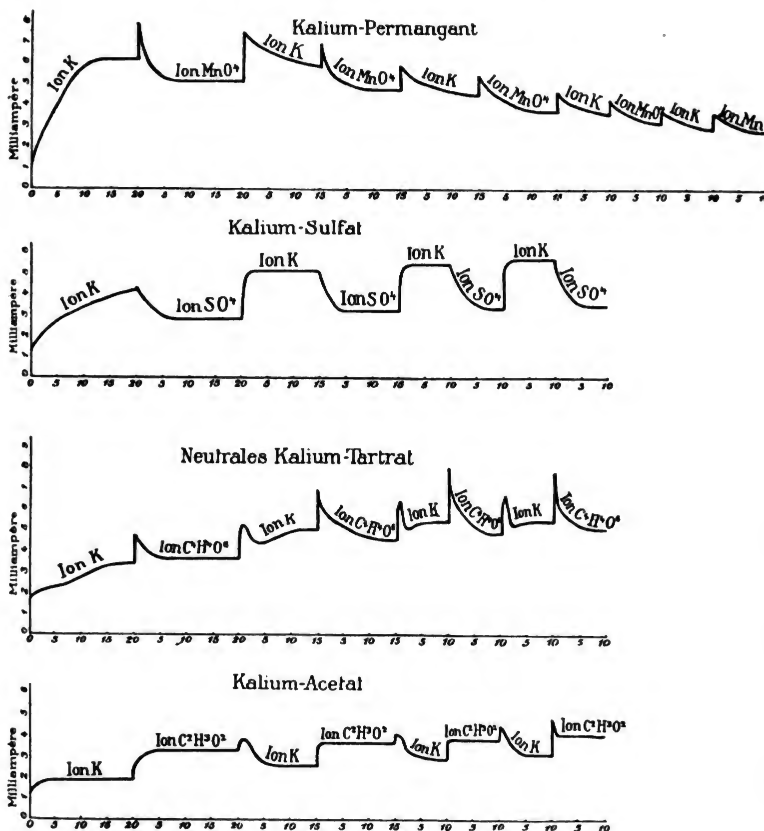


Fig. 10.

Digitized by Google

ihrer Zuwanderung wegschafft. Die Hautleitung in dieser Phase wird proportional der Ionengeschwindigkeit, und die den horizontalen Kurvenabschnitten entsprechenden Stromstärken stehen für beide Ionen in demselben Verhältnis als die Geschwindigkeiten dieser Ionen.

Seien J^{Cl} und J^{Ch} die den horizontalen Abschnitten der Kurven für die Chlor- und Chininionen entsprechenden Intensitäten und v^{Cl} v^{Ch} die Geschwindigkeiten der in den Geweben zirkulierenden Ionen, so erhält man $\frac{v^{Cl}}{v^{Ch}} = \frac{J^{Cl}}{J^{Ch}}$. So kann man also die jeweiligen Ionengeschwindigkeiten berechnen.

Die Chlorkaliumkurve zeigt, dass bei diesem Salze die Stromstärke nicht wechselt, wenn man den Strom wendet, die Gewebsleitung ist für das Chlor wie für das Kalium deutlich die gleiche, das nämliche Resultat, welches Kohlrausch bei der Untersuchung der Chlor- und der Kaliumionen in Wasserlösung erhielt. Hieraus ergibt sich, dass bei Verwendung einer Lösung von Chlorkalium zur Imprägnation der indifferenten Elektrode, die Stromwendungen an dieser nicht die Stromstärke beeinflussen; so verwende ich denn bei allen Versuchen für die indifferente Elektrode eine Lösung von Chlorkalium.

Die Leitungskurven der Gewebe für die Metallionen der gleichen Gruppe in Verbindung mit demselben Anion zeigen unter einander eine deutliche Ähnlichkeit, wie man bei den Alkalichloriden und Erdalkalichloriden zu sehen Gelegenheit hat.

So weit aus den Untersuchungen zu schliessen ist, zeigen die Leitungskurven viele Besonderheiten, die Licht auf die Stromwirkungen an den Elektroden werfen.

Physiologische Wirkungen der auf elektrolytischem Wege eingedrungenen Ionen.

Der an einer Elektrode durch die gleiche Elektrizitätsmenge in derselben Zeit hervorgerufene Effekt ändert sich im wesentlichen nach der Beschaffenheit der eingeführten Ionen. Es ist von grossem praktischen Interesse, die Wirkung aller Ionen zu kennen. Diese Untersuchungen haben kaum begonnen. Man muss dabei die allgemeinen Ionenwirkungen von den lokalen unterscheiden.

Die allgemeinen Ionenwirkungen können durchaus und mit Sicherheit für die praktische Medizin nutzbar gemacht werden. Es ist völlig irrtümlich, sie als schwach und geringfügig zu betrachten. Wir haben gesehen, wie leicht man ein Kaninchen durch Ioneneinwanderung von Strychnin und Cyankali töten kann. Ebenso leicht ist es, durch die

Digitized by Google

Haut auf elektrischem Wege tötliche Adrenalin-Dosen oder irgend andere toxische Ionen zu treiben. Ebenso leicht ist es auch beim Menschen, mit dem Strome durch die Haut Ionen in toxischen, also auch in therapeutischen Dosen einzuführen. Es wäre gewiss nicht schwieriger, einen Menschen durch elektrolytische Einwanderung eines Giftes durch die Haut zu töten, als ein Kaninchen, wir selbst haben an uns mehrere Male sehr leicht die toxische Wirkung des Morphiums hervorgerufen. Dr. Bouchet hat an sich Intoxikationen, Schwindel, Schwäche der Beine, Tremor durch elektrolytische Einverleibung von Adrenalinionen erzeugt. Die Methode der elektrolytischen Aufnahme von Medikamenten kann heute mit Nutzen verwendet werden, auch für die Mittel, welche nur in relativ hohen Dosen wirksam sind, wie etwa das Jod; denn mit Hilfe der Elektrizitätsquellen und der grossen mit 8—12 dicken Lagen hydrophiler Gaze armierten und mit der elektrolytischen Lösung getränkten Elektroden, die ein ganzes Glied oder den Rumpf bedecken, ist es leicht, hohe Stromstärken von 100—200 M.-A. anzuwenden, welche mit Geschwindigkeit wirksame Mengen des Medikamentes eindringen lassen. A priori werden die allgemeinen Wirkungen der Ionentherapie nicht die gleichen sein wie diejenigen, welche die Aufnahme per os oder durch die Substanz-Injektion hervorrufen. Die Resorption des Chlorlithiums z. B., welches den Alkalichloriden des Körperhaushalts sich sonst nur hinzugesellt, ist nicht dieselbe wie die elektrolytische Resorption der gleichen Menge Lithium, denn in dieser Zuführung verdrängt letzteres die Alkalimetalle des Körpers. Auch kann die elektrolytische Therapie eine günstige allgemeine Wirkungsweise entfalten durch die mögliche Elimination toxischer oder unbequemer Ionen aus dem Körperhaushalt. Dr. Bordier hat die bemerkenswerte Auswanderung des Harnsäure-Ions durch den elektrischen Strom im Anodenbade nachgewiesen.

Besonders sind es die örtlichen Wirkungen der Ionen, deren Kenntnis interessant ist, doch ist dieses Forschungsgebiet bisher kaum angebrochen. Die Ionentherapie gewährt Hilfen, die keine andere Art der Medikation bietet, sie gestattet jeder Zelle der Gewebe, die meistens für die medikamentösen Substanzen unerreichbar sind, die gesamte Ionenreihe zuzuführen und soviel verschiedene Reaktionen zu erhalten, als es Ionen gibt. Kennt man die Mannigfaltigkeit, die Verschiedenartigkeit aller dieser Wirkungsweisen, welche man durch Ladung der Ion-Zellen ganz in beliebiger Stärke und Tiefe mit allen diesen elektrolytischen Substanzen herverrufen kann, so ist man höchst erstaunt, die Heilkunde bei ihren oberflächlichen Anwendungsweisen verweilen zu sehen, bei ihren Salben und Pomaden, die nur sehr flüchtig wirken und von denen nur ein ver-

Digitized by Google

schwindender Bruchteil ins Innere eindringen kann. Freilich können manche lokal wirkenden Medikamente in beträchtlichen Mengen resorbiert werden, aber es sind dies just solche, welche keine oder geringe Wichtigkeit vom Gesichtspunkte der Lokaltherapie aus besitzen, die leicht in den allgemeinen Kreislauf gelangen und die Haut, ohne sie zu verändern, rasch durchsetzen. Haut- und Wundflächen sind aber völlig undurchlässig für alle starken Reagentien, für die kräftigen Antiseptika, für die Congulatoren des Eiweisses, welche die Elektrolyse leicht bis zur beliebigen Tiefe hineinbringt.

Der folgende Versuch beweist wohl die eben angezogenen Tatsachen: man nimmt ein Kaninchen, rasiert auf jeder Seite eine Fläche zur Elektrodenapplikation, tränkt beide Elektroden mit einer Lösung von doppeltchromsauren Kali und lässt ein Strom von 2 M.-A. pro qcm vierzig Minuten lang einwirken. Das Tier hat auf beiden Seiten die gleiche Zeit hindurch Kontakt mit der Elektrode von doppeltchromsaurem Kali gehabt, aber an der Anode, wo das Kaliumion eingedrungen ist, beobachtet man keine unmittelbare, annähernd schätzbare Folgeerscheinung, während an der Kathode, wo das Chromradikal eingetreten ist, die Haut rot aussieht und lebhafte periphere Kongestion zeigt, das Chromion ist sehr gleichmässig in alle Hautzellen eingewandert, man sieht die Bildung eines Chromschorfs, der nach ungefähr drei Wochen in grösseren Fetzchen abfällt, unter denen eine gesunde Haut sich vorfindet oder auch ein Narbengewebe, je nach der Tiefe, bis zu welcher diese Ätzung durch Penetration vorgeschritten ist. An einer Anode von sehr verdünnter Säure, sodass keine unmittelbare Wirkung entsteht, erhält man einen Säureschorf durch Eintritt des Hydrogenions. An einer verdünnten Alkalielektrode bekommt man Übertritt von Hydroxyl und einen Alkalischorf. Mit in Chlorzinklösung getränkten Elektroden wird die gleiche Wirkung an der Anode auftreten: ist die eingeführte Menge genügend, so erhält man einen dem Chlorzinkschorf entsprechenden Schorf, ist sie zu klein, so bekommt man anderweitige trophische oder antiseptische Wirkungen. So sahen wir, dass nach Einverleibung des Zinkions die Kaninchenhaare an der Anodenstelle viel rascher und reichlicher sprossen, als an der Kathode oder anderen rasierten Körperstellen.

Ich brauche hier nicht näher auf die interessanten Forschungen über die spezifisch örtliche Ionenwirkungsweise einzugehen, da Frankenhäuser solche Untersuchungen bereits bei einigen Metallen begonnen hat.

Es geben auch die Leitungskurven einige Hinweise auf die lokalen Ionenwirkungen.

Digitized by Google

So sehen wir, wie das Permanganion, nach Massgabe seines Vordringens die Gewebsleitung verringert, dies kommt daher, dass infolge seiner sekundären Gewebewirkung ein unlösliches Oxyd entsteht, das die Drüsen verstopft und den Widerstand vermehrt. Hingegen sehen wir, wie durch Einfuhr von Stickstoffionen die Leitung für das Silberion sehr erleichtert wird.

Manche Ionenwirkungen sind sehr eigenartig, das Lithiumion erzeugt an jeder Drüse einen Purpurfleck, das Morphinion ein papulöses Exanthem, das Adrenalinion bei einer Stromdichte unter 2 M.-A. pro qcm starke Anämie an der Elektrode und weiter stromab, die Venenzüge erscheinen als weisse Stränge, die stark mit der Rosafärbung der Haut kontrastieren. Adrenalininvasion bei grösserer Stromdichte gibt Kongestion.

Elektrochemische Analyse der Gewebe am lebenden Menschen.

Wenn man wiederholt und unter denselben Bedingungen die Teilungskurven derselben Substanz an denselben Individuum untersucht, so erhält man identische Linien. Nach jedesmaliger Stromwendung verhält sich jede Kurve in Bezug auf jedes Ion mit bemerkenswerter Gesetzmässigkeit sich selbst treu. Die Gestalt der Leitungskurven des Körpers für jede Substanz ist so konstant, die Unterschiede zwischen den Kurven der verschiedenen Substanzen derartig, dass jede Kurve für den Stoff charakteristisch ist, dem sie angehört. Zieht man unter sehr gleichen Umständen die Leitungskurve der Körper verschiedener Objekte für dieselbe Substanz, so erhält man Figuren, die die bekannten für die betreffende Substanz charakteristischen Merkmale zeigen, aber dabei zahlreiche Unterschiede, je nach dem Versuchsobjekt erkennen lassen. Dies zeigt eine Kurvengruppe von Dr. Gonzalez.*) Die vier Kurven jeder Gruppe gelten für die gleiche Substanz, aber eine jede Kurve ist unter sonst identischen Versuchsbedingungen an einem anderen Subjekt aufgenommen. Die Linien zeigen die bestimmten Merkmale der betreffenden chemischen Verbindung, aber unter einander wieder zahlreiche Unterschiede, sie können nicht verwechselt werden, sind nicht gleich hoch, nicht vollständig parallel. Die erste Gruppe bezieht sich auf eine Kalilösung, die zweite auf Lithium-Chlorid.

Der Körperwiderstand nach der Einführung des Hydroxylions ist:

705	Ohm	für	die	Kurve	A
769	„	„	„	„	B
885	„	„	„	„	C
845	„	„	„	„	D.

*) Siehe dessen Doktor-Dissertation.

Digitized by Google

Die deutlichsten Unterschiede kann man beobachten im Verhalten der jedesmaligen Körperleitung nach Einführung des Hydroxylions zur Leitung nach Einführung des Kaliumions, dieses Verhältnis ist $\frac{C^{OH}}{C^{K}}$ oder

1,097	für	die	Kurve	A
0,921	„	„	„	B
0,930	„	„	„	C
0,923	„	„	„	D.

Zweite Gruppe der vier Kurven der Leitungsfähigkeit des Körpers vier verschiedener Versuchsobjekte für Chlorlithium. Die Leitung des Körpers nach Aufnahme des Lithiums ist:

739	Ohm	für	die	Kurve	B
723	„	„	„	„	C
938	„	„	„	„	D
936	„	„	„	„	E

Das Verhältnis der Körperleitungsfähigkeit nach Aufnahme des Lithiums zu jenen nach Chloraufnahme ist:

1,19	für	die	Kurve	B
1,16	„	„	„	C
1,14	„	„	„	D
1,22	„	„	„	E

Man ersieht, dass trotz der Differenzen der Leitungsfähigkeit das Verhältnis $\frac{\text{Leitfähigkeit p. L. l.}}{\text{Leitfähigkeit p. C. l.}}$ eine erhebliche Konstanz besitzt.

Wir besitzen also in den Leitungskurven des Körpers für die verschiedenen Ionen äusserst feine Reaktionsdokumente aller chemischen Ionen in den lebenden tierischen Geweben. Solche Aufzeichnungen sind geeignet, viele individuelle Differenzen aufzudecken, deren Bedeutung nur nach Vergleichung sehr zahlreicher Kurven abgeschätzt werden kann. Die elektrolytische Kurve unter identischen Bedingungen und die Zusammenstellung der Leitungskurven verschiedener Beobachtungsobjekte bildet demnach faktisch eine Methode der elektrochemischen Analyse der Gewebe des lebenden Menschen.

Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers.

Bis heute wird angenommen, dass der Körperwiderstand hauptsächlich von dem Grade der Durchtränkung und der Durchblutung der Haut abhängig ist; diese Ansicht ist eine Theorie. Die Erfahrung widerlegt sie durchaus, wie ich in vielen Aufsätzen seit vier Jahren nachgewiesen habe.

Digitized by Google

Man richte einen Stromkreis mit geringer und recht konstanter elektromotorischer Kraft her, worin die Elektrizitätsquelle einen im Vergleich zum Körperwiderstande verschwindenden inneren Widerstand besitzt: Akkumulatoren von grosser Kapazität, städtisches Lichtleitungsnetz oder eine ähnliche Stromquelle genügen vollständig dieser Forderung. Man setzt Elektroden auf die Haut, die gut mit der leitenden Flüssigkeit durchtränkt sind, schliesst den Stromkreis von fünf zu fünf Minuten für solange als notwendig ist, um die Stromstärke abzulesen und man ermittelt, dass, wie auch die Zeit des Elektrodenkontakts auf der Haut ist, die Stromstärke, also der Körperwiderstand beim Durchtreten des Stromes nicht sonderlich schwankt, was beweist, dass die Durchtränkung der Haut durch die Elektrodenflüssigkeit ohne merkliche Beeinflussung dieses Widerstandes bleibt.

Zur Abschätzung des Einflusses der vasomotorischen Erscheinungen auf den Widerstand schliessen wir den Stromkreis, während wir die Hand genau bis zu derselben Tiefe in ein 1proz. Kochsalzbad von 0° und sogleich darauf in ein ebensolches weiteres Bad von 28° Wärme tauchen. Man muss darauf achten, dass, wenn der Versuch angestellt wird, der Strom jedesmal beide Bäder nacheinander durchsetzt, da der Temperaturunterschied beider einen sehr bemerkenswerten Leitungsunterschied herstellt; unter diesen Umständen übte das rasch hinter einander vorgenommene Eintauchen der Hand in das warme und kalte Wasser und umgekehrt keinen merklichen Einfluss auf die Stromstärke und demgemäss auf den Widerstand des Stromkreises auf.

Nimmt man als grosse Kathode eine Lösung von Chlorkalium und als kleine Anode eine salzsaure Adrenalinlösung, so steckt der Widerstand hauptsächlich in der kleinen Elektrode und seine Schwankungen an diesem Punkte müssten den grössten Einfluss auf die Stromstärke äussern. Infolge Eintritt des Stromes dringt Adrenalin an der Anode in die Haut, welche tief anämisch und blass wird, nach der alten Ansicht müsste der Widerstand jetzt wachsen und die Stromstärke viel geringer werden, aber grade das Gegenteil findet statt. Mit dem Adrenalinion fiel, je mehr die Haut anämisch wurde, als ihr Wärmeausstrahlungsvermögen um die Hälfte reduziert war, der elektrische Widerstand von 6000 auf 1066 Ohm. Wir könnten sehr leicht diese Versuche weiter ausdehnen. Man versteht nicht, wie allen Tatsachen widersprechende Ansichten sich in der Wissenschaft erhalten können, nur unter der Herrschaft von Tradition und Gewohnheit.

Der elektrische Widerstand der Haut richtet sich im wesentlichen nach der Zahl und Beschaffenheit der Ionen, die sie beherbergt, d. h.

Digitized by Google

nach ihrer chemischen Zusammensetzung, was unmittelbar durch einen einfachen Blick auf unsere Kurven hier einleuchtet. Auf Einführung des Chlorions eines Chlorids, haben wir gesehen, wie der elektrische Widerstand des Körpers in 15 Minuten von 8000 auf 1000 Ohm sank, d. h. auf den achten Teil seines ursprünglichen Wertes zurückging. Der Ersatz des Chlorions durch das Kaliumion bewirkte in weniger als 5 Minuten das Anwachsen des Widerstandes von 1000 Ohm auf 4000 Ohm, d. h. vervierfachte ihn. Es handelt sich hier nicht um zufällige unerklärliche, sondern um gesetzmässige Wirkungen, die leicht verständlich und nach Belieben hervorgerufen sind und die stets dieselben Folgen haben.

Der elektrische Widerstand in Abhängigkeit von der chemischen Beschaffenheit der Haut variiert im wesentlichen mit der verwendeten elektromotorischen Kraft, d. h. mit der Schnelligkeit der Ioneneinwanderung, wie es sehr deutlich unsere Kurven auf Fig. 10 zeigen.

Wir sehen den Hautwiderstand für das Natriumion von 6000 Ohm auf 941 Ohm sinken, wenn die elektromotorische Kraft von 2 auf 8 Volts steigt. Für das Chlorion fällt der Hautwiderstand, wenn die elektromotorische Kraft von 2 auf 8 Volt steigt, von 6000 Ohm auf 1692 Ohm. für das Phosphorion beim Anwachsen der elektromotorischen Kraft von 2 Volt auf 12 Volt von 10000 Ohm auf 1200 Ohm, variiert also im Verhältnis von 8 zu 1. Diese Variationen sind übrigens sehr verschieden bei den einzelnen Ionen. Unter diesen Umständen sind alle Widerstandsmessungen ohne Angabe von Spannungsdifferenz zwischen den Elektroden und der Art des eingeführten Ions und der Elektrodendurchmesser, also alle bis dato gemachten Widerstandsmessungen zu kassieren, sie können gar keine Bedeutung, keinen Wert beanspruchen.

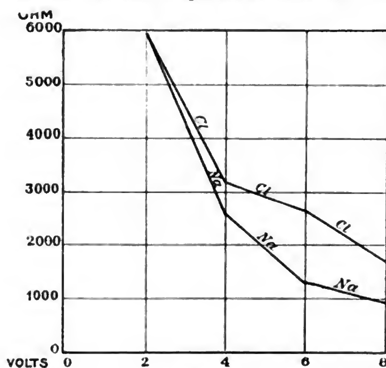


Fig. 11.

Um den Widerstand für die Diagnose verwenden zu können, muss man alle Ursachen, von denen er abhängt, in Betracht ziehen und dies ermöglicht die Methode unserer Leitungskurven. Man nimmt wiederum eine Stromquelle mit recht konstanter elektromotorischer Kraft und verschwindendem inneren

Digitized by Google

Widerstande, man notiert nach Schluss des Stromkreises von Minute zu Minute die Stromstärke, man trägt die Zeiten auf der Abszisse, die Stromstärken auf der Ordinate ein und zieht die Kurve der Leitung C für die verschiedenen Versuchszeiten bei der jeweiligen elektromotorischen Kraft $= \frac{J}{R}$. Da die elektromotorische Kraft konstant ist, so ist C proportional J.

Gibt man Spannung, Art der Ionen, Dimensionen und Art der Applikation der Elektroden an, so hat man die Bedingungen festgelegt, unter denen man konstante, regelmässige Ergebnisse für die Diagnose erhält, die die elektrochemische Analyse der Gewebe des lebenden Menschen aufzustellen und wertvolle Einzelheiten über die verschiedenen chemischen Konstitutionen, die Disposition und Zustände der verschiedenen Individuen beizubringen geeignet sind.

Die Ionen-Geschwindigkeit im lebenden Gewebe.

Für die gleiche elektromotorische Kraft ist die Intensität des elektrischen Stroms im Elektrolyten oder die Menge der abfliessenden Elektrizität in der Zeiteinheit, der Zahl der Ionen und ihrer Geschwindigkeit proportional.

Hittorf und Kohlrausch haben gezeigt, dass in wässeriger Lösung die Geschwindigkeit von der Art der Ionen abhing und man findet in den elektrochemischen Lehrbüchern Tabellen der relativen und absoluten Geschwindigkeit der Ionen in wässerigen Lösungen. Unsere Versuche über die Leitung der Gelatinelösungen von verschiedenem Konzentrationsgrade zeigen, dass der elektrische Widerstand und die Ionengeschwindigkeit sich nach der Dichte der Gallertmassen richten.

Unsere Diffusions-Versuche in neutraler, saurer und alkalischer Gelatine lassen mutmassen, dass je nach der chemischen Konstitution der gewebsbildenden Colloide, der Bewegungs-Widerstand mit der elektrischen Leitung, folglich die Geschwindigkeit der Ionen für die verschiedenen Ionen variieren muss. Daraus folgt, dass die Ionen nicht dieselbe relative Geschwindigkeit in den lebenden Geweben wie im Wasser haben dürften.

Die Leitungskurven lassen die jeweiligen Geschwindigkeiten der verschiedenen Ionen im lebenden Gewebe mit einander vergleichen. Wenn die Leitung konstant geworden ist, so ist die Stromstärke proportional der Geschwindigkeit der Ionen; das Ion, welches den Körper verlässt, muss immer dasselbe bleiben, so muss das Verhältnis der erhaltenen Stromstärken bei derselben elektromotorischen Kraft für die verschiedenen Ionen das Verhältnis der Geschwindigkeit jedes Ions bilden, das in die Gewebe eindringt.

Digitized by Google

Da Chlor- und Kaliumionen dieselbe Geschwindigkeit im lebenden menschlichen Gewebe besitzen, so vergleicht man die Geschwindigkeit der Kationen mit jener des Chlors durch Zeichnung der Kurven der an den Chloriden bei 6 Volt gegebenen Intensitäten, und durch Darstellung des Verhältnisses der durch Einführung des basischen Ions erhaltenen Intensität mit jener, die von der Einführung des Chlorions stammt. In analoger Weise vergleicht man die Geschwindigkeiten der Anionen mit der des Kaliums.

Die so erhaltenen Geschwindigkeitsverhältnisse unterscheiden sich sehr von den Geschwindigkeitsverhältnissen derselben Ionen im Wasser, was unsere frühere Behauptung rücksichtlich der Existenz eines für jedes Ion besonders geltenden Widerstandes in den colloiden Lösungen bestätigt.

Das Geschwindigkeitsverhältnis des Hydroxylions zum Chlorion ist in unendlich dünnen Wasserlösungen $= \frac{325}{70} = 4{,}62$, während in unsern Geweben dieses Verhältnis $= 0{,}88$ ist, also 5,25 mal schwächer. Hingegen ist das Verhältnis der Lithiumgeschwindigkeit zu der des Chlors, welches im Wasser $= \frac{39{,}8}{70{,}2} = 0{,}56$ ist, in unsern Geweben 1,28, also 2,28 mal so gross.

Die Geschwindigkeit des Hydroxyls im Wasser ist 2,28 mal grösser als die des Chlorions, während seine Geschwindigkeit in unseren Geweben 1,6, d. h. beinahe 2,3 mal kleiner ist.

Es ist zu bemerken, dass die Ionen, deren Geschwindigkeiten im Organismus sehr gering sind, wie das Wasserstoff- und Hydroxylion, diejenigen sind, welche sekundäre Gewebs-Wirkungen, Ätzung der Drüsenkanäle, nach ihrem Eindringen hervorbringen.

Bei der gleichen elektromotorischen Kraft ist die jeweilige Ionengeschwindigkeit bei den verschiedenen Subjekten nicht dieselbe und es wird nötig werden, die physiologischen Umstände, die diese Unterschiede bedingen, zu untersuchen.

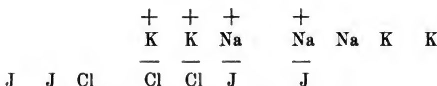
Die Dosierung der in die lebenden Gewebe eingeführten Ionen.

Die Beschaffenheit der mit einer gegebenen Elektrizitätsmenge eingeführten Ionen richtet sich nach ihrer jeweiligen Geschwindigkeit, wie folgende Formeln zeigen:

	Anode		Körper			Kathode	
	+	+	+	+	+	+	+
+	K	K	Na	Na	Na	K	K
	—	—	—	—	—	—	—
	J	J	Cl	Cl	Cl	J	J

Vor Durchtritt des Stromes.

Digitized by Google



Nach Durchtritt des Stroms.

Wird der Körper durch Chlornatrium-, die Elektroden durch Jodkaliummoleküle dargestellt, so kann man sich vorstellen, dass die Kationen eine doppelt so grosse Geschwindigkeit als die Anionen besitzen, man sieht, dass nach Passieren des Stroms, wenn drei Äquivalente an jeder Elektrode abgeschieden sind, also für dieselbe Quantität fortgeführter Elektrizität, zwei Kationenäquivalente an der Anode, ein Anionenäquivalent an der Kathode ln den Körper eingetreten sind.

Allgemein gesprochen: wenn U die Geschwindigkeit eines Ions, V die eines anderen ist, so ist der Anteil beider an der Elektrizitätsfortbewegung $\frac{U}{V+U}$ für das Ion mit der Geschwindigkeit U und $\frac{V}{V+U}$ für das Ion mit der Geschwindigkeit V. Das Gewicht jedes dieser beiden durch eine bestimmte Elektrizitätsmenge Q eingeführten Ionen erhält man also durch das Produkt $\frac{U}{V+U}$ Qe, oder $\frac{V}{V+U}$ Q . e, d. h. durch das Produkt des den Anteil des Ion an der Fortleitung der Elektrizität darstellenden Faktors in die Elektrizitätsmenge Q und das elektrochemische Äquivalent e des entsprechenden Ion; die Formel zeigt, dass, wenn die Geschwindigkeiten gleich sind, die eingeführte Menge beider Ionen gleich $^1/_2$ Q e ist.

Änderung der Nervenerregbarkeit durch die Ionen.

Wenn man durch die Haut auf elektrolytischem Wege Ionen in einen motorischen Nerv einführt, so ändert man seine Erregbarkeit.

Um dies nachzuweisen, bringt man eine Batterie mit Stromwähler, eine Induktionsspirale und einen Rheostaten in denselben Stromkreis; die Spule und die Batterie werden je nach dem vorzunehmenden Versuch bald hintereinander (durch Verbindung ihrer entgegengesetzten Pole), bald nebeneinander (durch Verbindung der gleichnamigen Pole) geschaltet, eine grosse indifferente Elektrode wird auf das Epigastrium, eine aktive aus einer dicken Schicht hydrophiler Gaze bestehende mit der zu untersuchenden Substanz imprägnierte auf den N. ulnaris hinter der Ellbogenrinne gelegt, mittels eines runden Kartonstücks zur Verteilung des Drucks auf eine weite Fläche wird diese Elektrode stark auf den Arm gepresst, ohne die Zirkulation zu stören.

Digitized by Google

Die Kontraktionen des m. add. pollicis durch den Strom werden mit Hilfe eines geeigneten Schreibers aufgezeichnet, ein Metronomunterbrecher wird in den Stromkreis gebracht, die Entfernung der Spulen auf dem Schlitten wird derart reguliert, dass man Kontraktionen des M. add. policis erhält, die registrierten Zuckungen stellen nun für den angewendeten Reiz den Erregbarkeitsgrad des N. ulnaris an der aktiven Elektrode dar. Man unterbricht nun den Strom durch Anhalten des Metronoms, lässt eine Viertelstunde lang einen konstanten Strom von 10 M.-A. derart eintreten, dass man die Ioneneinwanderung untersuchen kann, d. h. man nimmt die aktive Elektrode als Anode zur Durchlassung der Kationen, die Kathode zu der der Anionen. Nach fünfzehn Minnten schaltet man den Strom mit dem Kollektor aus, lässt das Metronom weiter schlagen und registriert von neuem die Zuckungen des Add. pollicis, der Unterschied der Amplitude dieser Zuckungen und der zuerst beabachteten bringt die Änderung in der Erregbarkeit des Nerven zur Anschauung. Um die starken Widerstandsschwankungen des Körpers herabzusetzen, wird ein grosser nicht polarisierbarer Widerstand in den Strom gebracht.

Indem man so nacheinander Zuckungen in Intervallen von zwei zu zwei Minuten hervorruft, sieht man die Erregbarkeit des Nerven allmählich auf ihren Ausgangswert zurückkehren.

Fig. 12 zeigt die Veränderung der Erregbarkeit unter dem Morphinion, die erste Gruppe der Zuckungen rechts zeigt die Erregbarkeit des

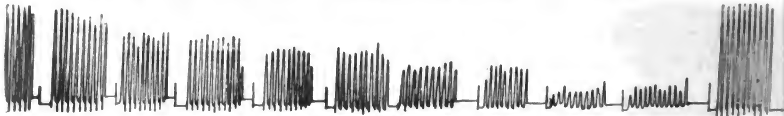


Fig. 12.

Nerven vor dem Versuch, die zweite Gruppe dicht nach dem Durchtritt eines einviertelstündigen 10 M.-A. starken Stromes mit der Anode am Nerven, die andern Gruppen sind in Pausen von je 2 Minuten nach einander aufgenommen, man sieht, dass die Erregbarkeit erst nach 18—20 Minuten ihren Anfangswert wieder erhält, diese Zeit kann natürlich nur die Eliminationszeit des Nerven für das Morphin sein.

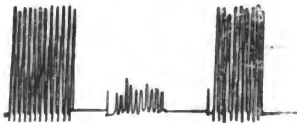


Fig. 13.

In Fig. 13 zeigt die rechte Zuckungslinie die Erregbarkeit nach Einführung von Morphin in den Nerven, die letzte linke Zuckungsgruppe

Digitized by Google

die Nervenerregbarkeit nach $2^1/_2$ Minuten langem Durchtritt eines Stroms von 16 M.-A., der im entgegengesetzten Sinne verläuft, also mit der Kathode am Nerven, man sieht, wie der umgekehrte Strom die Rückkehr der Erregbarkeit beschleunigt, d. h. den Austritt des Morphins.

Fig. 14, deren Kurve als Morphinkurve aber mit der Kathode auf dem Nerven zur Einführung des Arsenions aufgenommen wurde, zeigt, dass dieses Ion die Erregbarkeit sehr wesentlich steigert, welche nach ungefähr 10 Min. ihren Normalwert wieder erreicht.

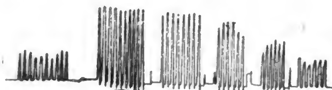


Fig. 14.

Das Salicylion (Fig. 15) ruft zuerst eine erhebliche Verminderung der Erregbarkeit hervor, diese nimmt ziemlich schnell ihre ursprüngliche Schwelle wieder an, überschreitet sie hierauf und kehrt nur langsam zu ihr zurück.

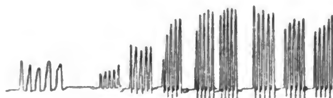


Fig. 15.

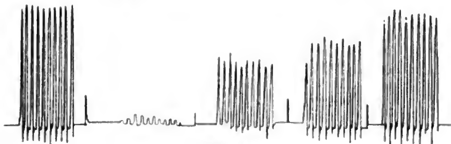


Fig. 16.

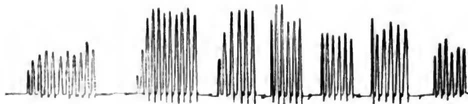


Fig. 17.

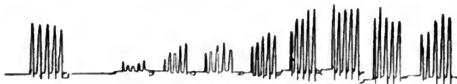


Fig. 18.

Digitized by Google

Fig. 16, 17 und 18 zeigen die Wirkungen der Kokaïn-, Lithium- und Kokodylione auf die Nervenreizbarkeit.

Alle diese Versuche zeigen deutlich, dass die Bedeutung der Ionen für die Nervenerregbarkeit im lebenden Gewebe eine hochwichtige ist.

Verwertung der Elektrolyse in der Medizin.

Die jüngst erschlossenen elektrolytischen Erkenntnisse am Organismus können für Diagnose und Therapie benutzt werden.

Schon die Verwendung der Messungen des elektrischen Körper-Widerstandes für die Diagnose wurden versucht, aber wir sahen, dass dieser Widerstand der Durchblutung und Durchtränkung der Haut zugeschrieben wurde, dass aber die Bedeutung dieser Faktoren auf den Widerstand fast verschwindend ist. Anderseits kümmerte man sich nicht um die Ionenbeschaffenheit und namentlich um die Strom-Spannung, unter der man den Widerstand mass; wir haben gesehen, dass der Widerstand der Haut hauptsächlich von diesen Bedingungen abhängt und dass er mit ihnen in ausserordentlichen Verhältnissen schwankt, nicht nur ums doppelte, sondern um mehr als das achtfache. Es ist klar, dass alle bisher angestellten Körper-Widerstandsmessungen ohne die Berücksichtigung der Ionenbeschaffenheit und der Spannung an den Elektroden nicht verwandt werden können, denn sie sind einfach nicht zu vergleichen.

Aus unserer Darstellung folgt, dass man vollständig vergleichbare Resultate, die für die Diagnose verwertbar sind, erhalten wird durch Angabe 1) der Oberfläche und der Einwirkungsstelle der Elektroden, 2) der Art der Ionen bis zur Konstanz des Stroms, 3) der Spannungs-Differenz beider Elektroden im Augenblicke der Widerstandsmessung. Das beste ist, die Leitungskurven für die verschiedenen Ionen unter einer gegebenen Spannung und die Widerstandskurven für ein gegebenes Ion unter verschiedener Spannung zu zeichnen. Es ist sicher, dass die Vergleichung dieser Kurven unter gleichen Bedingungen der Diagnose wertvolle Hilfsmittel bieten wird, die reichlicher und viel umfangreicher ausfallen werden, als man auf Grund der alten Ansicht erwarten konnte, da so viele Kurvenpaare zu vergleichen sein werden, als es Ionen gibt. Die neueren Fortschritte bieten demnach hiermit den jungen Untersuchern ein fast unermessliches Feld, in welchem die einzuschlagenden Wege völlig festgelegt sind, da es genügt, nach den in dieser Arbeit beschriebenen Methoden für die verschiedenen Versuchsobjekte die Leitungskurven für die verschiedenen Ionen bei gegebener Spannung, und für ein gegebenes Ion die Widerstandskurven unter verschiedenen Spannungen

Digitized by Google

zu ziehen. Die Reichhaltigkeit der durch diese Methode zu erwartenden Nachweise rechtfertigt die von uns gewählte Bezeichnung als elektrochemische Analyse der Gewebe des menschlichen Körpers.

Therapie.

Wir haben gesehen, dass die unangreifbaren Anoden sich alsbald mit einer sauren Hülle umgeben, die von den sauren Radikalen des Körperhaushalts und dem Hydrogen des Wassers, dessen Oxygen frei wird, stammt; diese Elektroden sind also gleich sauren Anoden, sie schaffen das Ion H in die Tiefe der Gewebe und ihre physiologische Wirkung ist derjenigen analog, welche man durch recht gleichmässig verteilte interstitielle Injektionen saurer Lösungen, deren Konzentration ihrer Intensität horizontal wäre, erreichen könnte. Man kann auf Grund dieser Erkenntnisse sich diese Wirkungen darlegen, aus der Indikation ihre Verwendung erschliessen, diese voraus bestimmen und regulieren.

Die angreifbaren aktiven Anoden also umgeben sich mit den Salzlösungen ihres Metalls, die durch die sauren Radikale des Körperhaushalts entstehen, sie wirken wie die interstitiellen ganz gleichmässig verteilten Injektionen dieser Salze, mit Konzentrationen, die den Intensitäten der Wirkung proportional sind; das sind also ebenfalls leicht zu übersehende Wirkungen, deren Indikationen man entsprechend beurteilen kann. Unsere Kenntnisse ermöglichen die Wahl des Metalls, aus welchem die aktive Anode im gegebenen Falle bestehen muss.

Die metallischen Kathoden sind gleich alkalischen Lösungen, wir können folglich ihre Wirkungen vorhersehen und ihre Indikationen beurteilen.

Wie wir in dem theoretischen Abschnitt gefunden haben, sind alle Kathoden aus Salzlösungen, gleich der interstitiellen Injektion (in vollkommen gleichmässiger Verteilung) von Salzen, die aus den Säure-Radikalen der Elektrodensalze in Verbindung mit den Basen des Organismus bestehen. Auch hier ist es somit leicht, die Wirkungen und zweckmässige Verwendung vorauszusehen und zu regeln.

Die Salzanoden sind gleich den Anoden aus aktiven Metallen und die gelegentlich an diesen letzteren gesammelten Beobachtungen sind auf sie anwendbar.

Diese einfache Aufzählung zeigt wohl, wie ausgedehnte Hilfsmittel die Elektrolyse der Therapie bietet, denn man kann ebensoviele spezielle lokale Wirkungen als Ionen existieren, hervorrufen und mit einer Voll-

Digitized by Google

kommenheit, die keine andere therapeutische Methode gewährt, die Intensität dieser Wirkungen abstufen vom geringsten Grade bis zu einer für die Gewebe tötlichen Wirkung. Die Ausbreitung der lokalen Ionenwirkung gilt für alle Ionen ohne Ausnahme, sogar die am wenigsten aktiven, wie Natrium und Chlor, können sich in manchen Punkten des Gewebes so anhäufen, dass sie eine tötliche Wirkung auf die Zellen ausüben.

Die früheren therapeutischen Anwendungen werden durch die neuerlichen Fortschritte erläutert.

Indes sind die Anwendungsindikationen der therapeutischen Elektrolyse noch viel zahlreicher. Mit der Hineinschaffung mancher antiseptischer oder kaustischer Ionen besitzt man zur Desinfektion und Sterilisation der Gewebe in der Tiefe oder zur Ausübung einer kaustischen Wirkung das vollendetste Verfahren, das es in der Medizin gibt, welches am meisten den Anforderungen der modernen Wissenschaft entspricht.

Die Antiseptika sind entweder allgemein toxisch oder Eiweisskoagulatoren, die letzteren werden fast allein in der Praxis verwendet, sind aber als Gerinnselbilder nur anscheinend Antiseptika; das lebende Gewebe ist für sie absolut undurchdringlich; eine Tatsache, die ich gern besonders betonen möchte, ist, dass für diese ganze so wertvolle Medikamentenklasse der elektrische Strom das Eindringen bis zu jeder beliebigen Tiefe der lebendenden Gewebe erlaubt, die eiweisskoagulierenden Substanzen diffundieren nicht und der elektrische Strom ist das einzige Mittel, welches wir haben, um sie ins Gewebe zu bringen. Aus diesem Verhalten folgen bestimmte Anzeichen für die jedesmalige Verwendung der Ionenmedikation, wenn man in der Tiefe desinfizieren will. Die Elektrolyse ist fast das einzige Mittel, über das wir in dieser Hinsicht verfügen.

Beim Kapitel vom Widerstande habe ich dem Befremden Ausdruck gegeben, welches das zähe Festhalten der Wissenschaft an irrtümlichen Auffassungen unter der Herrschaft der Tradition und der Gewohnheit zeitigen kann und muss. Ein noch interessanteres Faktum ist es, zu sehen, wie die Medizin manche Lehrsätze als absolute, felsenfeste Wahrheiten hinstellt und dabei Methoden ersinnt, die im vollständigen Widerspruche mit diesen Prinzipien stehen. So sind z. B. die Notwendigkeit der Asepsis, die Nützlichkeit der Antisepsis bei der chirurgischen Operation eine allgemeine Forderung und trotzdem sehen wir, wie die Chirurgen, nachdem sie so oft gesagt haben, dass Gewebetrennung nur in völlig aseptischem Operationsfelde stattfinden darf, mit ihren scharfen Curetten in tuberkulöse Herde hineinfahren, dort zahllose Gefässe er-

Digitized by Google

öffnen, den Bazillus in die Blutbahnen bringen und so die fast stets darauffolgende Entstehung zahlreicher metastatischer Herde hervorrufen. Diese Bemerkung gilt für die Auskratzung der Gebärmutter, des Nasenrachenraumes und viele andere gefährliche Operationen. Alle diese Operationen müssen verlassen und durch die geeignete elektrolytische Ionenbehandlung ersetzt werden. Bei Anwendung einer aktiven Zinkanode gibt es nach ein bis höchstens vier Sitzungen keine ungeheilte Endometritis mehr, ohne dass dabei chloroformiert, Gefässe geöffnet, eine allgemeine Infektion riskiert zu werden braucht. Wir haben nie eine Metrorrhagie gesehen, die der elektrolytischen Zinkanode widerstanden hätte, bei 15—20 Minuten langen Sitzungen und 100 M.-A. Stromstärke. Zink ist eines der antiseptischsten Metalle, eine Elektrode aus 12—20 Lagen hydrophiler Gaze, getränkt mit einer Chlorzinklösung von 1 Prozent, als Anode auf ein vereitertes Gewebe, chronische Geschwüre, tuberkulöse Herde, ein Cancroid des Gesichts appliziert, gibt nach ein bis vier Sitzungen bei 2 M.-A. Stromstärke pro qcm und von 15—20 Minuten Dauer anhältig eine vollständige Wund-Desinfektion, eine rasche Narbenbildung, zur Verwunderung aller Fachleute, die es sehen. Die Operation erfordert fast keine Nachbehandlung, da die behandelte Fläche mit einer gewissen Schicht sterilen Stoffes bedeckt bleibt, der mit dem medikamentösen Ion durchtränkt und der beste antiseptische Verband ist. In der Folge genügt es, einen Verband anzulegen, um die Wunde vor mechanischer Reizung und Unsauberkeit zu schützen. Notwendig zur Erzielung einer gleichmässigen Wirkung auf der gesamten zu behandelnden Fläche ist ein gewisser Grad von Kompression mit Hilfe einer elastischen Binde.

Es ist klar, dass diese Beobachtungen sich nicht auf die Säure-Ätzungen des Hydrogen- oder die Alkaliwirkung des Hydroxyl-Ions beziehen, welche die Gewebe zerstören ohne das antiseptische Ion zu erhalten.

Eine der regelmässigsten therapeutischen Wirkungen des galvanischen Stromes ist seine resolvierende Kraft auf die sklerösen und narbigen Bildungen, seine sklerolytische Wirkung. Vollkommene Ankylosen der Gelenke heilen schnell ohne gewaltsame Bewegungen, ohne Schmerz, die Ankylose verschwindet von Tag zu Tag, die Gelenke erlangen die völlige Beweglichkeit wieder. Für sämtliche Gliedergelenke, ausser der Hüfte und der Schulter, ist das Resultat sicher, regelmässig, schnell, wenn nur die Krankheitsursache nicht weiter wirkt und keine Infektion eintritt, welche die Wirkung des Stromes vernichtet. Die elektrische Sklerolyse erhält man an Kathoden von 1 prozentiger Kochsalzlösung, eine solche Sklerolyse ist Elektrolyse. An der Kochsalzkathode verlieren die oberflächlichen Gewebe ihre Kationen, welche von denen der tiefen Schichten

Digitized by Google

ersetzt werden und das Chlorion der Kochsalzlösung aufnehmen. Dieser Austausch ändert vollständig ihre chemische Konstitution, wie es die Änderung der elektrischen Leistungsfähigkeit zum Ausdruck bringt. An einer Elektrode von 6 qcm haben wir den konstanten Widerstand, d. h. nach Saturation der Gewebe durch das Chlorion, zu 600 Ohm bei 2 Volt, 3200 Ohm bei 4 Volt, 2700 Ohm bei 6 Volt und 1700 Ohm bei 8 Volt gefunden. Diese erheblichen Schwankungen sind der Ausdruck der proportionellen Veränderung der chemischen Konstitution der Gewebe, und die Erfahrung zeigt, dass diese Veränderungen an einer Kochsalzkathode Sklerolyse bewirken.

Soll man vielleicht zu der Deutung der polaren Wirkungen des konstanten Stroms die Bewegungen des Wassers im Organismus heranziehen? Dubois Reymond hat seit 1860 die Austrocknung der Gewebe um die Anode und die daraus resultierende Widerstandsvermehrung betont.

Bringt man auf eine Glasplatte schleimige, feuchte Körner und Wasser und schickt einen elektrischen Strom hindurch, so sieht man die Körner austrocknen und sich nach der Anode bewegen, während der Schleim sich an der Kathode anhäuft, woselbst die Körner sich entfernen (Fig. 19). Diese Wirkung ist dem Übergange von Wasser von der Anode zur Kathode zuzuschreiben. Ensch hat einen ähnlichen Vorgang beim Frosch nachgewiesen. Jedenfalls ist Sklerolyse an der Kochsalzkathode immer dann eine regelmässige, konstante und wirkungsvolle Erscheinung, wenn das skleröse Gewebe für den elektrischen Strom mit genügender Dichte erreichbar ist.

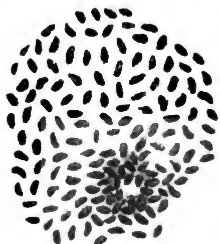


Fig. 19.

Wir haben eine Ankylose sämtlicher Finger und des Handgelenks gesehen, die sich an eine Phlegmone der Hand angeschlossen, sechs Monate bestanden und zahlreichen Behandlungsmethoden getrotzt hatte, worunter die gewaltsame Streckung in der Narkose, und welche nach zwei galvanischen Sitzungen vollständig verschwand. Wir haben eine grosse Zahl vollständiger Knie-Ankylosen dem elektrischen Strom völlig weichen sehen. Dieser ist umso wirkungsvoller, je besser ihm die kranken Teile zugänglich sind, deshalb erhält man die besten und schnellsten Ergebnisse an den Gelenken, die nicht mit Weichteilen umgeben sind und deshalb sind auch die Hüft- und Schultergelenkaffektionen für diese Behandlungsart so refraktär.

Digitized by Google

Aus demselben Grunde sind die Fortschritte am Beginn der Behandlung rascher als später. Zur Einwirkung auf tiefe Teile braucht man so starke Ströme, als die Personen es ertragen können.

Bei allen elektrolytischen Anwendungen des galvanischen Stroms ist die Elektrodenfrage sehr wichtig. Zur Anwendung der Lösung verwenden wir einen Stoff von hydrophiler Gaze, den wir zehn oder zwanzig Mal zusammenlegen, dieser Stoff wird gut angefeuchtet und schmiegt sich dann sehr gut an die Haut, auf welcher wir ihn ausbreiten, wir ziehen ihn an, umwickeln mit ihm ein Glied oder sogar den Körper, er wird dann mit einer elastischen Metallplatte zugedeckt, über der man die kleine mit dem Rheostaten in Verbindung stehende Metallplatte befestigt; es ist gut, alles mit einer Binde zu fixieren. Diese Anordnung erheischt grosse Reinlichkeit, die hydrophile Gaze muss nach jeder Sitzung gewaschen und gekocht werden. Man kann so sehr starke Ströme einwirken lassen. Spürt der Kranke unter der Elektrode einen lebhaften lokalisierten Schmerz, so muss man alsbald den Strom unterbrechen und die Elektrode aufheben; man wird dann eine Exkoriation finden, die man mit einem Tropfen Kollodium betupft; man kann hierauf die Sitzung wieder beginnen und man wird bei solchem Vorgehen nie Schorfe bekommen.

Bei den gegen die Therapie sehr widerspenstigen sogenannten rheumatischen Scleritiden und Episcleritiden ist die Wirkung des auf das geschlossene Lid applizierten negativen Pols konstant und rasch, man verwendet 5—10 M.-A., je nach Toleranz des Kranken, 5—10 Minuten lang; in zwei bis fünf Sitzungen, zwei Mal wöchentlich, sieht man die ältesten und refraktärsten Skleritiden verschwinden. Ebenso wirksam ist die Behandlung gegen chronische Iritis. Trotzdem wir nie dazu haben greifen müssen, so wäre bei aseptischer und Kokaïnanwendung eine Elektrodenapplikation hydrophiler Gaze mittels Metallwelle um den Augapfel selbst gewiss sehr einfach.

Übrigens ist die Verwertung des elektrischen Stromes zur Einverleibung von Medikamenten der Erkenntnis der Erscheinung vorausgegangen. Um 1846 behauptet Dr. Klenke die Skrofeln durch elektrische Jodeinführung geheilt zu haben. Hassenstein veröffentlichte 1855 ähnliche Beobachtungen. 1886 behandelte Wagner Neuralgie durch elektrolytische Kokaïnanwendung, Herzog benutzte dasselbe Mittel zur Urticariabehandlung, Peterson führte auf elektrischem Wege Kokaïn und Aconitin bei der Behandlung der Neuralgien in den Körper ein, Schroster und Albran behandelten Augenerkrankungen durch elektrolytische Jodeinführung.

Digitized by Google

C. Gärtner und Ehrmann, später Kronfeld behandelten mit Erfolg Syphilis, indem sie auf elektrolytischem Wege das Quecksilber des Sublimats in dem Gärtnerschen Zweizellenbade in den Körper brachten: der Merkur trat im Urin auf und die therapeutischen Resultate sind zweifellos.

1889 wies Edison auf die elektrolytische Einführung des Lithiums für die Behandlung der Gicht hin. Diese Behandlung wurde mit Erfolg von Labatut, Jourdanet, Sarte, Guilloz, Bordier und Leuillieux ausgeübt.

Foveau de Courmelles schlug vor, die Tuberkulose durch elektrolytische Jodeinführung zu behandeln.

Reynold behandelte die parasitären Hautkrankheiten, den Favus, die Pityriasis versicolor, den Herpes tousurans usw. mit elektrolytischer Merkuraufnahme, wobei eine Sublimatlösung als Anode diente.

Sudnik behandelt die örtliche Tuberkulose durch Chlorzink-Elektrolyse.

Prof. Bergonié und Roques behandeln rheumatische Affektionen mit dem Salicylion, ich selbst habe eine Anzahl Neuralgien mit sehr befriedigendem Ergebnisse mit Salicylion behandelt.

Die elektrolytische Methode kann ebenso als Eliminationsmethode für toxische und pathologische Ionen gelten; schon 1855 benutzte sie Poey in New-York zu diesem Zwecke (Comptes rendes, Académie des Sciences de Paris), 1873 schrieb Engel in Nancy eine Doktorarbeit unter dem Titel: Über die Metalle des menschlichen Körpers und im besonderen über ihre Austreibung durch den elektrischen Strom. Frankenhäuser hat kürzlich auf experimentellem Wege die Auswanderung der Körperionen bei der Elektrolyse in Übereinstimmung mit der Theorie aufgezeigt und Bordier hat das Ausscheiden des Harnsäure-Ions unter dem Einfluss des Stroms festgestellt.

Die heutige Theorie kommt bei allen Anwendungsweisen der Elektrolyse zur Geltung: bei der Behandlung der Aneurysmen und Tumoren (Ciniselli, Tripier, Betton Massey), in der Gynäkologie bei Anwendung unangreifbarer Elektroden (Chéron, Apostoli), oder mittels löslicher Elektroden (G. Gautier, Boisseau du Bocker, Alb. Weill) gegen die Verengerung der organischen Röhren (Jardin, Fart, Newman), gegen die Angiome (Bergonié), in der Epilation usw. Alle diese Anwendungsweisen besitzen heute eine vollständige wissenschaftliche Grundlage, welche ihrer Anwendung eine grosse Präzision verleiht.

Digitized by Google

Diese Aufzählung zeigt, für wie viele ärztliche Verrichtungen die Elektrolyse heute schon geeignet ist; ganz gewiss werden die grossen Fortschritte der Theorie durch die Klarheit und Sicherheit, welche sie über die Methode verbreiten, eine noch weit reichere Anwendung derselben veranlassen.

B. Technische Mitteilungen.

Lichtbogenunterbrecher.

Von **Dr. Hugo Mosler.**

(Elektrotechnische Zeitschrift No. 48. 1904.)

Durch die Untersuchungen von Peukert[1]) wurde festgestellt, dass in einem Stromkreise, der parallel zu einem Lichtbogen geschaltet war und Kapazität sowie Selbstinduktion enthielt, ein Wechselstrom von verhältnismässig grosser Intensität und ausserordentlich hoher Frequenz von ca. 8000 Wechseln pro Sekunde zirkulierte.

Es ist daher der Gedanke naheliegend, eine derartige Anordnung als Unterbrecher für Induktorien zu benutzen.

Mosler schaltet zu diesem Zwecke zwischen die positive Abzweigungsstelle von der Lichtleitung und die eine Klemme der primären Rühmkorff-Spule eine Bogenlampe und einen Kondensator grosser Kapazität (ca. 9 Mikrofarad), während von der Kathode der Lichtleitung der Weg zur anderen Klemme der primären Spule über eine Drosselspule geht, die den Eintritt des durch die Peukertsche Anordnung hervorgerufenen frequenten Wechselstroms in die Lichtleitung verhindern soll; bei dieser Anordnung ist der Kondensator mit der Primärspule in Serie geschaltet; die Bogenlampe bildet einen Nebenschluss zu diesem Zweig des primären Stromkreises.

Da naturgemäss die Schlagweite des Induktors neben der Unterbrechungszahl des Stromes von dessen Intensität abhängt, so lässt sich einmal die Stromstärke in der primären Wickelung durch Vergrösserung der Kapazität oder durch Erhöhung der Spannung am Lichtbogen steigern.

Bei Benutzung eines Kondensators von 9,27 Mikrofarad betrug bei einer Gleichstromspannung von 75 V an der Lampe die Intensität des Wechselstromes 3,4 A und die Schlagweite an den Klemmen der sekundären Wickelung ca. 50 mm.

Um bei gegebenen Kapazitätsverhältnissen die Stromstärke in der primären Wickelung zu erhöhen, ist die Spannung an den Kohlen der Lampe zu vergrössern.

Vorteilhaft lassen sich hierzu Lampen mit eingeschlossenem Lichtbogen, sogenannte Dauerbrandlampen, die mit ungefähr 100 V brennen, verwenden.

Zur Intensitätssteigerung empfiehlt es sich aber auch, mehrere — 2 bis 3 — Lichtbogen in Serie zu schalten, sodass sich ihre Spannungen summieren, mithin Stromstärke und Schlagweite wachsen.

---

[1]) Peukert, „Etz“ 1901, Heft 23.

Digitized by Google

Wurden zunächst nur zwei Lichtbogen verwendet, so stieg die Stromstärke unter entsprechender Vergrösserung der Schlagweite und erreichte bei Benutzung von drei Lampen eine Intensität von 13 bis 15 A im Kondensatorkreise, wobei Funkenlängen dauernd bis zu 200 mm auftraten. Selbstverständlich lässt sich durch Benutzung beliebig vieler Lichtbogen die Stromstärke in der primären Wickelung des Induktors entsprechend weiter erhöhen.

Es ist demnach hierdurch ein bequemes Mittel geschaffen, Wechselströme hoher Frequenz und beliebiger Stromstärke aus Gleichstrom zu gewinnen.

Die Lichtbogenunterbrecher besitzen in erster Linie den grossen Vorteil, dass sie kontinuierlich im Betriebe bleiben können, ohne in der Unterbrechungszahl nachzulassen. Letzteres kann man von den Flüssigkeitsunterbrechern, wie denjenigen von Wehnelt und Simon, nicht behaupten.

Beide Apparate setzen bekanntlich nach längerer intensiver Inanspruchnahme die Unterbrechung aus und geben durch ihre Abnutzung und ihren Bedarf an Wartung infolge künstlicher Kühlung usw. nur zu oft Veranlassung zu Betriebsstörungen.

Verwendet man z. B. bei den Lichtbogenunterbrechern eine selbstregulierende Bogenlampe, so sinkt die Anforderung in bezug auf Bedienung und Wartung auf ein Mindestmass herab und beschränkt sich nur auf Erneuerung der Kohlenstifte.

Ein weiterer Vorteil, der speziell für Zwecke der Funkentelegraphie von grossem Wert ist, liegt bei jener Anordnung darin, dass die Speisung des Induktors durch niedrig gespannten Wechselstrom erfolgt, sodass sich derselbe ohne jedes unangenehme Funkenzischen unterbrechen, demnach sich die Telegraphiergeschwindigkeit bedeutend steigern lässt.

Mit Hülfe eines Schalters ist der Induktor rasch ein- und auszuschalten, ohne dass der eigentliche Unterbrecher, die Bogenlampen, ausser Betrieb kommt.

Auf eine interessante Erscheinung der Tonübertragung ist bei derartigen Unterbrechern noch hinzuweisen. Bekanntlich verursacht der Lichtbogen, wenn parallel zu ihm Kondensator und Selbstinduktion geschaltet sind, ein eigentümlich pfeifendes Geräusch, ähnlich dem Singen eines Kanarienvogels.

Wird das Induktorium mit einem Lichtbogenunterbrecher betrieben, so gibt die Funkenstrecke an den Klemmen der Sekundärspule dieselben Töne wie der Lichtbogen wieder, nur in bedeutend grösserer Lautstärke.

Alle Modulationen des Geräusches am Flammenbogen übertragen sich mit genau gleicher Klangfarbe auf die Funkenstrecke, die, wie noch zu erwähnen ist, infolge der hohen Unterbrechungszahl eine grosse Neigung zur Bildung eines bläulich-roten kontinuierlichen Bandes besitzt.

Ausstellung des Elektrotechnischen Vereins.

Vor 25 Jahren ist in Berlin durch Zusammentreten von kaum 30 Männern, unter ihnen Werner Siemens, du Bois-Reymond und Helmholtz, auf Anregung des damaligen Chefs der Reichspostverwaltung, Stephan, der elektrotechnische Verein begründet worden.

Derselbe hat zur Feier seines Bestehens und seiner ausserordentlichen Tätigkeit auf seinem nun so gewaltig angewachsenen Gebiete u. a. auch eine

Digitized by Google

Ausstellung veranstaltet, die das gesamte nun so ungeheure Gebiet umfasst. Indem wir uns vorbehalten, über eine Reihe von interessanten Neuigkeiten sowie historisch wichtige Objekte dieser Ausstellung noch besonders zu berichten, sei hier zunächst auf die Ausstellung des bekanntlich auf dem Gebiete des Induktoriumbaues und der Lichttelegraphie bisher besonders erfolgreich tätigen physikalischen Laboratoriums von Ernst Ruhmer in Berlin hingewiesen.

Zunächst sei ein einfacher Oscillograph (D. R.-P. ang.) erwähnt, der sich besonders für Demonstrationszwecke eignet, aber auch praktisch für elektrotechnische Untersuchungen zur Bestimmung des Stromverlaufs hochgespannter Wechselströme verwendet werden kann. Der Apparat besteht aus einer eigenartig konstruierten Geisslerröhre. Seine Wirkungsweise beruht auf der Beobachtung, dass das negative Glimmlicht an der Kathode einer derartigen Röhre eine der Stromstärke proportionale Fläche bedeckt. — Fliesst ein hochgespannter Gleichstrom durch die Röhre, so ist die eine Elektrode von dem negativen Glimmlicht überzogen, welches eine der Stromstärke proportionale Länge des Kathodendrahtes einnimmt: Die Anode pflegt nur an der Spitze etwas zu leuchten.

Die Röhre wurde mit hochgespanntem Wechselstrome betrieben, welcher einem mit Wechselstrom gespeisten Induktor mittlerer Grösse, System Ruhmer, mit geschlossenem Eisenkreis entnommen wurde. Beide Elektroden der Glimmlichtröhre sind in diesem Falle vom Glimmlicht überzogen und die Spitzen der Drähte markieren sich nur durch ein anodisches Lichtpünktchen.

Betrachtet man aber die Erscheinung in einem mittels Elektromotor in Umdrehung versetzten Spiegel, so erblickt man die zeitlich aufeinanderfolgenden Phasen des Stromverlaufs räumlich nebeneinander und die Umgrenzungslinie der hellen Spiegelbilder des Glimmlichts ergibt direkt die Stromkurve des Wechselstromes. Einige andere interessante kinematographisch aufgenommene Stromkurven lagen zur Ansicht aus.

Die Einfachheit dieses Oscillographen ist geradezu verblüffend. — Als neu ist dagegen ein

Elektrolytisches Telephon (System Ruhmer, D. R.-P.) anzuführen, welches man noch treffender als sprechenden Akkumulator bezeichnen könnte.

Dieser eigenartige telephonische Empfänger besteht aus einer elektrolytischen Zelle, deren Elektoden ungleich gross sind. Beim Durchgang von Mikrophonströmen durch diese Zelle gibt dieselbe jedes in das mit ihr verbundene Mikrophon gesprochene Wort getreulich wieder. Mittels zweier Hörschläuche, ähnlich wie bei einem Phonographen, kann man die an der anderen Station gesprochenen Worte mit grosser Deutlichkeit hören.

Praktisch von ungleich grösserer Bedeutung ist der ebenfalls hier zum erstenmal öffentlich vorgeführte

Ruhmersche Lichtbogenunterbrecher (D. R.-P. ang.), der allgemeines Aufsehen erregte. Dieser neue Lichtbogenunterbrecher besteht aus einer Bogenlampe, die mit einem starken elektromagnetischen Gebläse versehen ist. — Parallel zum Lichtbogen ist ein aus Kapazität und Selbstinduktion gebildeter Schwingungskreis geschaltet, der durch den Lichtbogen zu lebhaften Eigenschwingungen angeregt wird. Der Apparat wurde sowohl als Unterbrecher für Funkeninduktoren, als auch als Hochfrequenzstromquelle im Betriebe vorgeführt. Ein 30 cm Funkeninduktor, System Ruhmer, gab bei Betrieb mit diesem neuen Unterbrecher dicke Flammenbogenentladungen voller Schlagweite.

Digitized by Google

Dabei zeichnet sich dieser Lichtbogenunterbrecher durch äusserst geringen Energieverbrauch aus. Er enthält keine bewegten oder rotierenden der Abnutzung unterworfenen Teile. Nur die Kohlenstäbe müssen nach ununterbrochenem mehrstündigen Betriebe erneuert werden. Der Apparat dürfte sich daher bald in allen den Fällen, wo es auf einen dauernd betriebssicheren Unterbrecher ankommt, einführen.

Um zu zeigen, dass derselbe Unterbrecher auch Hochfrequenzströme liefert, wurde mit demselben ein Impedanzgestell gespeist. Die Unterbrechungszahl betrug in diesem Fall etwa 20 000 pro Sekunde, die sich aber durch Veränderung der Eigenperiode des Schwingungskreises noch bis auf 100 000 pro Sekunde steigern lassen soll. Nach Angabe des Erfinders ist auf diese Weise das bisher vergeblich in Angriff genommene Problem, dauernd ungedämpfte elektrische Schwingungen zu erzeugen, in einfachster Weise gelöst.[1])

Zum Schluss sei ein Instrumentarium zur Erzeugung elektrischer Wellen, zum Nachweis der Fernwirkung derselben, sowie besonders zur Demonstration der interessanten elektrischen Resonanzerscheinungen angeführt. Das Instrumentarium umfasst einen Sende- und einen Empfangsapparat.

Der Sendeapparat besteht aus einem Hochspannungskondensator (in einem Kasten enthalten), in einer aus zwei Zinkstäben gebildeten Funkenstrecke, die, in einem Micanit-Cylinder eingeschlossen, an dem Kondensatorkasten sitzt, aus einer auf einem genuteten Hartgummicylinder aufgewickelten, regulierbaren Selbstinduktionsspule, die auf dem Kondensatorkasten drehbar angeordnet ist; aus auf Hartgummiröhren aufgewickelten Resonanzspulen, die sich leicht in beliebiger Zahl aufeinander setzen lassen, und schliesslich aus zwei ineinander verschiebbaren Messingröhren, in einer Kugel oben endigend, die eine variable Kapazität darstellen. Nach der bekannten Thomsonschen Formel ($T = 2\pi\sqrt{C \cdot L}$) entstehen iu dem primären geschlossenen Schwingungskreise Oscillationen, deren Zahl und Dauer sich sowohl bei variierender Kapazität wie bei variierender Selbstinduktion ändert.

Im vorliegenden Apparate bewegt sich ein an Säulen parallel zum Hartgummicylinder geführter Gleitkontakt an dem auf den Cylinder aufgewickelten blanken Kupferdraht, sodass die Selbstinduktion des Schwingungskreises variiert. Setzt man nun eine der Resonanzspulen auf und erdet einen Pol der Funkenstrecke, so findet man durch Drehen der Kurbel leicht die Resonanzstellung zwischen dem geschlossenen und dem offenen Schwingungskreise; am Spannungsbauch der Welle, am oberen Ende der Resonanzspule, erhält man kräftige Hochspannungs-Ausstrahlungen. Es lässt sich aber auch der sekundäre Kreis auf den primären abstimmen, indem man durch Aus- oder Ineinanderschieben der obengenannten Messingröhren die Kapazität des sekundären Systems verändert.

Elektrische Sterilisierung.

Früher unternommene Versuche der Keimbefreiung von Nährböden durch elektrische Einwirkungen sind in neuerer Zeit wiederholt neu aufgenommen worden.

---

[1]) Es sei hier auf die Versuche von Wertheim-Salomonson auf dem 1902 in Bern abgehaltenen Kongresse hingewiesen.

Digitized by Google

Einige dieser Versuche seien hier kurz besprochen. Guarani und Samarani in Brüssel haben sich mit Versuchen zur Keimbefreiung der Milch beschäftigt (Scientific American, 16. Juli 1904).

Es heisst dort: Folgendes Problem ist also zu lösen: Wie kann man die Mikroben der Milch abtöten ohne die Zusammensetzung der Milch zu beinflussen? Verschiedene Versuche wurden schon gemacht, um diese Aufgabe zu lösen. Mehrfach wurde Ozon, wegen seiner bakterientötenden Eigenschaften, angewendet, ebenso auch Sauerstoffwasser, dessen desinfizierende Wirkung bedeutend ist, aber die Ergebnisse sind nicht genügend, um die Verfahren in der Praxis anzuwenden. Ferner hat man versucht, die Keime zu zerstören, ohne die Temperatur sehr zu erhöhen, und dann mit Sauerstoff zu sättigen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass auf diese Weise die Aufgabe einst gelöst werden wird. Trotz der Erfolglosigkeit aller bisherigen Versuche waren nur wenige darauf gekommen, die Elektrizität dazu zu verwenden. Die bis heute angestellten Versuche, besonders in Italien, haben noch nicht die Resultate geliefert, welche man erwartete. Jetzt, nach zahlreichen und langen Versuchen ist es Guarini und Samarani in Brüssel anscheinend gelungen, diese Aufgabe zu lösen. Sie sind auch in der Lage darüber Aufklärungen zu geben, warum ihre Vorgänger keine Erfolge gehabt haben. Man hatte bisher sowohl den konstanten Strom als auch den Induktionsstrom, leider umsonst, angewendet, und es bestand die Meinung, dieses Problem sei mittels der Elektrizität nicht zu lösen. Man hat nämlich z. B. mit dem konstanten Strom entweder nur mit einigen Elementen oder mit der hohen Spannung einer statischen Maschine gearbeitet. Wenn man berücksichtigt, dass die keimtötende Wirkung des elektrischen Stromes nicht in der hohen Spannung, sondern in der Dichtigkeit des Stromes zu suchen ist, dann versteht man leicht, warum in keinem der beiden Fälle ein Erfolg möglich war. Mit einigen Elementen war die Spannung zu schwach, um mit genügender Dichtigkeit die Milch zu durchdringen, wenn man den Widerstand der Milch mit in Anrechnung bringt. Unter Anwendung der statischen Maschine hatte man wohl die hohe Spannung, aber durch die Unsicherheit, mit welcher derartige Maschinen arbeiten, nicht die genügende Dichtigkeit. Um die bisherigen Resultate zu prüfen, arbeiteten Guarini und Samarani zuerst unter denselben Bedingungen und mit denselben negativen Erfolgen; sie ersetzten darauf die in der Milch schwimmenden Mikroben durch Fische, welche im Wasser schwammen, und fanden, dass die Fische durchaus nicht ungünstig durch diesen konstanten Strom beeinflusst wurden. Sie versuchten darauf den konstanten Strom bis zu 170 Volts, und erhoben die Dichtigkeit zu 5 Ampère. Da fand man, indem mit Hilfe der Pipette einige Tropfen Milch in die Nähe der Elektroden gebracht wurden, dass die Milch dadurch vollständig keimfrei und haltbar geworden war. Unglücklicherweise machte sich aber eine andere unangenehme Eigenschaft bemerkbar: die Milch fing in der Nähe der Elektrode an zu gerinnen. Die Versuche an den Fischen unter denselben Bedingungen ergab die sofortige Abtötung derselben. Durch Anwendung von besonderen Elektroden mit Wasserfluss wurde die Koagulation stark vermindert und war fast nicht mehr bemerkbar. Trotz der guten Resultate haben die Herren doch den konstanten Strom verlassen und die Versuche mit dem Induktionsstrom fortgesetzt. Zuerst wurden die bisherigen Resultate mit Hilfe eines Ruhmkorffs geprüft. Die Milch wurde nicht keimfrei, und die Fische zeigten nur eine geringe Einwirkung des Stromes in Gestalt kleiner Zuckungen.

Digitized by Google

Guarini und Samarani verwendeten darauf den Induktionsstrom von 110 Volts mit Kohlenelektroden. Wenn die Dichtigkeit des Stromes genügend stark war, wurde die Milch vollständig keimfrei, und keine Koagulation zeigte sich. Man könnte annehmen, dass es angebracht sei, der Milch irgend etwas zuzusetzen, um dieselbe besser leitbar zu machen. Dies ist jedoch nach den Erfahrungen G.s nicht nötig, im Gegenteil, bei Zusätzen müsste der Strom noch viel stärker angewendet werden. Sie erbrachten dafür den Beweis, indem sie gewisse Süsswasserfische in Salzwasser unterbrachten und dann elektrisch behandelten. In diesem Falle erforderte es einen viel stärkeren Strom, um die Fische abzutöten, da der grösste Teil des Stromes die Flüssigkeit passierte und nicht den Körper des Fisches.

G. und S. kamen nach diesen sehr interessanten Versuchen zu nachstehenden Schlussfolgerungen:

1) Die Milch muss ein Induktionsstrom von genügender Stärke passieren, um die Zersetzung der Milch zu verhüten.

2) Die Dichtigkeit des Stromes muss genügend stark sein, um ein Abtöten der Mikroben zu sichern.

3) Die Spannung des Induktionsstromes muss genügend stark sein, um den Widerstand der Milch zu überwinden.

Wenn man nur einen Induktionsstrom von niedriger Spannung besitzt, so kann man der Milch etwas Salz oder eine Säure zufügen, um dieselbe leitungsfähiger zu machen, aber in diesem Falle erfordert es einen Strom von grösserer Dichtigkeit und Substanzen, welche die Beschaffenheit der Milch durchaus nicht beeinflussen. Das Verfahren ist sehr einfach, und besteht der Apparat aus einem nichtleitenden Gefäss und zwei platinierten Kohlenelektroden. Zwei Sachen sind von besonderer Wichtigkeit: die Dauer der Behandlung und die Dichtigkeit des Stromes.

Einen andern Weg haben Lehmann und Zierler eingeschlagen (Abtötung von Bakterien durch schwache, therapeutisch verwertbare Ströme, Archiv für Hygiene 46. H. 3).

Durch 10—15 Minuten lange Einwirkung von Strömen von 3—5 Milliampères, die bei Einschleichen in den Stromkreis nahezu unfühlbar sind, lässt sich ein kleines Volumen (wenige Zehntelkubikzentimeter) Flüssigkeit oder Nährboden in der Umgebung der Anode von sporenfreien Bakterien vollkommen befreien. Sporen werden nur dann vollständig getötet, wenn nur sehr kleine Mengen Nährboden sterilisiert werden sollen, z. B. der Inhalt einer Zahnwurzel. Die Wirkung der Anode ist allein bedingt durch die daselbst aus dem Kochsalz gebildeten Elektrolyte Chlor und Salzsäure Die gebildeten Chlormengen sind etwas stärker als die auftretenden Salzsäuremengen bei der Gesamtwirkung beteiligt. Es lässt sich zeigen, dass sich die Wirkung des Stromes an der Anode quantitativ genau nachahmen lässt durch die Wirkung der Menge von Chlor und Salzsäure, die der Strom erzeugt. Der Strom ist an der Anode wirkungslos, sowie man durch Bleischwamm das gebildete Chlor und die Salzsäure im Entstehen bindet. An der Kathode wirkt der Strom durch die gebildete Alkalimenge, seine Wirkung lässt sich durch Alkali quantitativ nachahmen. Es besteht also wenig Aussicht, in weitem Umfange die sterilisierende Wirkung der konstanten Ströme in der Medizin anzuwenden.

Digitized by Google

C. Literatur-Bericht.

I. Ausführliche Referate.

Max Körnicke. Über die Wirkung von Röntgenstrahlen auf die Keimung und das Wachstum. (Bericht der deutschen botanischen Gesellschaft, Band 21, Märzheft 1904.)

Max Körnicke. Die Wirkung der Radiumstrahlen auf die Keimung und das Wachstum (Bericht der deutschen botanischen Gesellschaft, Band 21, Märzheft 1904.)

Beide Untersuchungen sind nur an Pflanzen vorgenommen worden. Zur ersteren benutzte der Verfasser folgende Versuchsanordnung: Zur Erzeugung der Strahlen gebrauchte er einen Funkeninduktor von 50 cm Funkenlänge und einer Stromstärke von 2—3 Ampère. Der Abstand zwischen dem bestrahlten Objekte und der Röntgenröhre betrug ca. 10 cm. Die Strahlungsintensität wurde durch das Holzknechtsche Chromoradiometer bestimmt. Als Versuchsobjekte dienten Körnicke trockene, gequollene und keimende Samen von Vicia faba, Brassica napus und Vicia sativa. Der Verfasser konnte feststellen, dass die Röntgenstrahlen hemmend auf das Wachstum wirkten. Unmittelbar auf die Bestrahlung folgt eine Zeit der Wachstumsbeschleunigung (ähnlich der auf Wundreiz folgenden Reaktionen). Später erfolgt eine evidente Hemmung. Besonders widerstandsfähig gegen die Wirkung der Strahlen zeigte sich Brassica, dessen Samen keinen bedeutenden Wachstumsstillstand erlitten, während Strahlen derselben Intensität bei Vicia faba eine starke Reaktion hervorrufen. Je nach dem Grade der Intensität ist die Wachstumshemmung eine bleibende oder vorübergehende. Die Keimkraft trockener wie gequollener Samen wurde nach zweimaliger Bestrahlung mit einer Stärke von über 20 Holzknechtschen Einheiten nicht erreicht.

Ähnliche Wirkungen übten die Strahlen des Radiums aus. Bei nicht zu starker Intensität folgte zunächst dieselbe Weiterentwicklung der bestrahlten Objekte, während erst einige Zeit später der Wachstumsstillstand eintrat. Noch nicht erwiesen ist, ob auch die Bestrahlung mit Radium eine dauernde Gleichgewichtsstörung bei pflanzlichen Objekten hervorgerufen werden kann.

Die Objekte waren dieselben wie bei den zuerst besprochenen Untersuchungen. Ausserdem untersuchte der Verfasser noch die Einwirkung der Radiumstrahlen auf die Entwicklung von Pilzen. Er erreichte auch hier eine Hemmung der im Keimen begriffenen Aspergilluskonidien. Übertrug er diese Kulturen auf frische Nährböden, so trat wieder die normale Fruktifikation ein. Besonderes Interesse verdient ein Versuch des Verfassers mit Leuchtbakterien. Er sistierte das Leuchten der Bakterien. (Dieses ist ein Zeichen für die besonders starke Lebenstätigkeit dieser Organismen.) Impfte der Verfasser von der nicht mehr leuchtenden Gelatinepartie auf frische Fischgelatine über, so trat das normale Leuchten wieder ein. — Die Beobachtung Körnickes, dass sowohl Röntgen- wie Radiumstrahlen zunächst eine wachstumserregende Wirkung hervorrufen, ist darum von Wert, weil diese Kenntnis uns

Digitized by Google

möglicherweise einen Einblick in die Frage gewähren kann, ob durch die Strahlung Teilungen in unbefruchteten pflanzlichen Zellen angeregt werden können. Ein Versuch G. Bohns erweist ja schon, dass bei den Eiern einer Seeigelart durch Einwirkung des Radiums Parthenogenese hervorgerufen werden kann.

II. Sammelreferat.

Neue Arbeiten über Myasthenie und Myotonie.

Von Dr. **Zanietowski.**

Die Lehre von der „Myotonie", und der manchmal mit derselben aus gewissen Gründen verglichenen „Myasthenie" ist in letzten Zeiten mit einigen neuen Arbeiten bereichert worden, welche sich dahin bestreben, die Abnormität der Lebensprozesse näher zu charakterisieren, und aus dieser Charakteristik sogar Anhaltspunkte für die Therapie herauszusuchen. — Je mehr im grossen Ganzen neue Einzelfälle beider Krankheiten demonstriert und beschrieben werden, destomehr tritt eine Reaktion gegen die spezielle Pathognomie der „Myasthenischen Reaktion" hervor, und destomehr ist anderseits das Bild des Wesens der Myotonie verschwommen. — Was die Literatur der Myotonie in den letzten Jahren anbelangt, sind jedoch die Arbeiten von Koch über den Bau des körnigen, undeutlich gestreiften und vakuolisierten Muskels, von Bechterew über die „normale" Beschaffenheit der Muskelsubstanz, und die allgemeinen „Biogenhypothesen" von Verworn, ausser den Demonstrationen von Jensen, Gessler, Seiffer, Luce und Passow erwähnenswert. — In der Myasthenielehre spielten wiederum eine bedeutende Rolle die Beobachtungen von Jakoby, Patrick und Goldflam über das Verhalten der Reflexe (Erschöpfbarkeit), von Jolly, Murri und Massalongo über den faradischen Reiz bei der Erschöpfung durch Willenimpuls, endlich die wichtigen Erörterungen von Jolly, Oppenheim, Laquer, Kollarits u. a. Wir wollen aber vorläufig auf die zwei neuesten Arbeiten hindeuten, deren Verfasser aus graphischen Untersuchungen des Kontraktionsverlaufes einen Schluss auf die Abnormitäten der Lebensprozesse versuchen wollten, und zwar auf die Arbeiten von:

Jensen: „Zur Analyse der Muskelstörung bei der Thomsenschen Krankheit". (Deutsch. Arch. f. klin. Med. LXXVII.) und

Steinert: Über Myasthenie. (Daselbst. LXXVIII. und Sitzungsber. der Med. Ges. in Leipzig 1904.)

Auf Grund einer Reihe von ergographischen Versuchen an einem Patienten kommt Jensen zu der Schlussfolgerung, dass wir in der Myotonie die Muskelsubstanz selbst verantwortlich machen müssen für die abnorme „Dehnung der Kurvendecrescente", welche den auffallendsten Ausdruck der myotonischen Störung darstellt, und welche schon im grossen Ganzen bei bisherigen Versuchen beobachtet war, nie aber so deutlich und vollständig wie in den ergographischen Kurven des Verfassers. — Aus allen in der Abhandlung reproduzierten Kurven treten sowohl die bisher bekannten Abnormitäten deutlich

Digitized by Google

hervor, als auch die bisher nicht beobachtete „Langsamkeit der Kontraktionsphase", die Superpositionsfähigkeit oder eigentlich die Begünstigung zur Superposition, der Einfluss der Temperatur und die unbedeutende Wirkung der Belastung, woraus zu schliessen wäre, dass die Decrescentenverlängerung vorwiegend durch die inneren Prozesse des myotonischen Muskels bedingt ist. — Diese chemisch-physikalische Abnormität der myotonischen Muskelsubstanz charakterisiert der Verfasser als Fähigkeit, die kompensierende Assimilierung und die Entfernung der Dissimilierungsprodukte zu behindern; im ersten Fall wären die kontraktilen Fibrillen und das Sarkoplasma in gleicher Weise schuld, im zweiten hauptsächlich das Sarkoplasma. — Auf Grund der oberwähnten physiologischen Gesichtspunkte wurden auch vom Verfasser therapeutische Versuche mit Wärme, verdichtetem Sauerstoff, orchitischem Extrakt und Thyreoidpräparaten durchgeführt, welche es deutlich bewiesen, dass während der Verabreichung die myotonische Kurvenänderung im wesentlichen anhielt. — Für die Elektrodiagnostik wäre von Belang, was wir zuletzt betonen möchten, dass die oben bezeichneten myotonischen Abnormitäten ebenso bei der willkürlichen Kontraktion, als bei jeder Art des Induktionsreizes hervortraten, was bisher in unverständlicher Weise für einzelne Induktionsschläge verneint war.

Zu den oberwähnten Versuchen von Jensen bilden die Versuche von Steinert über Myotonie (3 Fälle) und Myasthenie (1 Fall) insofern eine interessante Parallele, dass der Verfasser auf eine symptomatologische Beziehung zwischen myasthenischen und myotonischen Erscheinungen hinweist, besonders in einem Falle, in welchem bei rhythmischer faradischer Muskelreizung zuerst die myotonische Reaktion, dann anscheinend normale Kontraktionen und zuletzt rasch abnehmende myasthenische Kurve ohne Einfluss des Dauerreizes und ohne Verspätung des Tetanuseintrittes hervortraten. — Was die Myotonie an und für sich betrifft, betont der Verfasser als bestimmte Eigenheit der anormalen Phänomene, ausser den bekannten Reaktionen, die Abhängigkeit der „Nachdauer" von einer gewissen Schwelle des Reizes, oder von einer mehrmaligen Wiederholung desselben oder endlich von einem längeren Stromschluss; diese Phänomene hängen vielleicht mit der Trägheit des Anstiegs der myotonischen Kontraktion zusammen, was eben bei willkürlichen Bewegungen in der soeben referierten Arbeit von Jensen graphisch registriert, bei unwillkürlichen Bewegungen von Steinert beobachtet wurde. — Auch betont Steinert in seinen myotonischen Fällen die Beschleunigung des Abschwellens, die Wiederkehr einer bestimmten lokalen Verteilung der Phänomene, die Störungen der Reflexe, Sensibilität und trophischen Funktionen, endlich in einem Fall die unter dem Bilde einer einfachen wurmförmigen Zuckung verlaufende myotonische Reaktion, so dass „die fehlerhafte Annahme der EAR nahe lag".

Was anderseits den vom Verfasser beobachteten Fall von Myasthenie anbelangt, so betont er in seiner Beschreibung ausser der bekannten Muskelschwäche und Erschöpfbarkeit eine bisher nur von Gracco erwähnte Ermüdbarkeit des Herzens (sphygmomanometrische Versuche) und bisher nicht beobachtete Symptome der Areflexie und Polyurie. — Die „Areflexie", welche die Diagnose der Myasthenie erschüttern könnte, wäre auf eine Komplikation mit Lues oder auf eine Erschöpfbarkeit der Reflexe zu deuten,

Digitized by Google

die unter dem Charakter eines Diabetes insipidus verlaufende Polyurie auf eine, vielleicht durch dieselbe Noxe bedingte, komplizierende Krankheit. — Das Interessante und Neue der graphischen Versuche liegt darin, dass die Muskelerschöpfbarkeit keine endgültige in dem Sinne war, dass die unmittelbare Weiterreizung erfolglos blieb; im Gegenteil zeigte es sich aus den Versuchen des Verfassers, dass der Muskel sich während dieser refraktären Periode erholte.

Was Wesen und Sitz der Myasthenie anbelangt, entschliesst sich St. für eine den motorischen Apparat schädigende Noxe, die aber in einzelnen Fällen und an vereinzelten Stellen gröbere Schädigungen hervorruft, woraus, durch eigenartige Variabilität des Bildes, eine gewisse Unsicherheit der Klassifikation öfters entsteht. — Was die „myasthenische Reaktion" als solche anbelangt, muss wiederum auf die Häufigkeit hingedeutet werden, mit welcher der Verfasser dieselbe in kapsulären und pontinen Herderkrankungen fand (vom Nerven aus und mittels galvanischer Reizung jedoch keine Ermüdungsphänomene, auch bei willkürlichen Bewegungen nicht!) und andererseits auf die oberwähnten Erscheinungen der Myotonie, welche nach dem Verfasser sicher ins Kapitel der Muskelerschöpfbarkeit für den elektrischen Reiz gehören.

Chronik.

Aus Kongressen.

76. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Breslau, 1904.

Rosenthal (München). Über die Erzeugung intensiver Röntgenstrahlen für therapeutische Zwecke.

Die Röntgentherapie stellt etwas andere Forderungen als die Röntgendiagnose und es dürfte daher für den Mediziner wohl von Interesse sein, einiges über die Erzeugung intensiver Röntgenstrahlen für therapeutische Zwecke zu erfahren.

Zunächst muss ich erwähnen, dass ich unter dem Ausdruck „intensive Röntgenstrahlen" in den nachfolgenden Betrachtungen nicht den rein physikalischen Begriff der Intensität eines Strahles verstehe — sind wir ja kaum in der Lage, eine Energie der Röntgenstrahlen überhaupt messbar nachweisen zu können —, vielmehr nenne ich einen Röntgenstrahl oder richtiger ein Röntgenstrahlengemisch um so intensiver, in je kürzerer Zeit man durch dasselbe gewisse gewünschte Wirkungen erhält, je stärkere Wirkung es in einer bestimmten Zeit hervorzurufen vermag.

Als solche gewünschte Wirkungen unterscheide ich, entsprechend den praktischen Bedürfnissen, dreierlei:

1. Die Einwirkung auf die photographische Platte oder sonstige chemische Substanzen wie Goldsteinsche oder Holzknechtsche Salze;

2. die Erregung von Fluoreszenz und

3. die Einwirkung auf lebendes Gewebe, auf Zellen, auf Bakterien und dergl.

Digitized by Google

Der unter 1 genannten Einwirkung entsprechen in der praktischen Verwendung die bekannten Röntgenphotographien, der unter 2 genannten die Durchleuchtung des Körpers mittels des Bariumplatinzyanürschirmes und endlich der unter 3 genannten die therapeutischen Anwendungen, die bekanntlich in letzter Zeit sehr schöne Erfolge aufzuweisen haben.

In dem eingangs erwähnten Vortrag zu Frankfurt a. M. habe ich zunächst die verschiedenen Stromquellen besprochen, die man benützt, um die Röntgenröhre in Betrieb zu setzen: Teslaströme, Wechselströme von Hochspannungs-Wechselstrom-Transformatoren, Influenzmaschinen und Induktorien, und kam zu dem Resultate, dass die günstigsten Ergebnisse die Ströme grosser Induktorien liefern. Dieses trifft auch heute noch und zwar auch für die Röntgentherapie zu.

In den letzten Jahren hat sich bezüglich der Induktorien in der Röntgenliteratur ein manchmal sehr heftiger Streit darüber erhoben, ob man zweckmässig Induktorien von grosser oder kleiner maximaler Funkenlänge anwendet. Ich habe meine Ansicht hierüber vor kurzem an anderer Stelle (Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Bd. 7, H. 6) eingehend mitgeteilt, möchte deshalb hier nur ganz kurz erwähnen, dass man heute und zwar hauptsächlich infolge der Verbesserung der Unterbrecher auch mit Induktorien von relativ kleiner Funkenlänge unter gewissen Voraussetzungen intensive Röntgenwirkungen erzielen kann, dass aber doch dem Induktorium grosser Funkenlänge zurzeit noch einige Vorzüge zukommen, welchen allerdings der grosse Vorzug des geringen Anschaffungspreises kleiner Induktorien gegenübersteht.

Einen grossen Fortschritt hat seit 1896 die Röntgentechnik in Bezug auf Erzeugung intensiver Röntgenstrahlen durch Verbesserung der Unterbrecher gemacht. Die einfachen Platin- und Quecksilberunterbrecher wurden zuerst vom Boasschen Quecksilberstrahlunterbrecher und dann durch die Erfindung des Wehnelt- und Simon-Unterbrechers überholt. Auf die Bedeutung der letzteren für unsere Frage komme ich noch zurück.

Von grösster Wichtigkeit für die Erzeugung intensiver Röntgenstrahlen ist natürlich die Röntgenröhre.

Im Prinzip hat dieselbe seit 8 Jahren relativ wenig Verbesserungen erfahren, denn ihre bedeutendste Vervollkommnung, die Einführung der Antikathode aus Metall, war meines Wissens schon Ende Januar 1896 durch den Physiker Prof. König gemacht. Auch das Prinzip der Regulierbarkeit der Röntgenröhren durch Gas abgebende bezw. Gas absorbierende Körper habe ich bereits im Jahre 1896 in dem angeführten Vortrag angegeben, so dass, wie schon erwähnt, seit der Frankfurter Versammlung wenig prinzipiell Neues in Bezug auf Röntgenröhren geschaffen wurde. Dagegen hat man bedeutende Fortschritte in Bezug auf deren Haltbarkeit und auf Erzeugung der gerade „wünschenswertesten“ Strahlenart gemacht.

Auf empirischem Wege hat man, oft mit Überwindung ausserordentlich grosser Schwierigkeiten, die Bedingungen gefunden, unter welchen man Röntgenröhren herstellen kann, die nicht nur Strahlen von gewünschten Eigenschaften erzeugten, sondern, was weit schwieriger war, solche Röhren, welche diese Eigenschaften auch möglichst lange konstant beibehielten.

Ohne hier näher auf Details eingehen zu können, möchte ich nur einige Faktoren anführen, die für die Erzielung der genannten Eigenschaften sehr

Digitized by Google

wesentlich sind. Vor allem natürlich das richtige Vakuum der Röntgenröhre, denn bekanntlich ändert sich mit dem Vakuum die Art der Kathodenstrahlen und damit auch die Art der Röntgenstrahlen; dann die Form und Grösse der Röntgenröhre selbst, die Art und Form der Elektroden, ihre gegenseitige Anordnung sowohl, als insbesondere auch ihre Anordnung gegen die Glaswand; ferner die richtige Art des Evakuierens, also die Bedingungen, unter welchen das gewünschte Vakuum erhalten wird — Bedingungen, die selbst wieder von einer ganzen Reihe von Umständen abhängig sind — usw.

Alle diese mannigfachen Faktoren hat man im Laufe der letzten 8 Jahre — allerdings meist auf empirischem Wege — näher kennen gelernt; wenn man auch noch weit davon entfernt ist, dieselben sämtlich vollständig zu beherrschen, so ist dies doch in Bezug auf die für die praktischen Bedürfnisse am meisten in Frage kommenden der Fall.

Eine solche, für therapeutische Zwecke besonders geeignete Röntgenröhre, die also einerseits intensive Röntgenstrahlen verschiedener Art, und diese von relativ grosser Konstanz liefert, andrerseits sehr grosse Haltbarkeit besitzt, wird in der sogen. „Platin-Eisen-Röhre“ nach meinen Angaben von der Polyphos-Gesellschaft, München, hergestellt. Eine grosse Zahl solcher Platin-Eisen-Röhren hat sich bereits in der therapeutischen Praxis sehr gut bewährt.

Mit Hilfe eines guten Induktoriums und einer geeigneten Röntgenröhre von den besprochenen Eigenschaften können wir relativ grosse Energien in Kathodenstrahlen umwandeln und damit auch intensive Röntgenstrahlen erzeugen, wenn wir dafür sorgen, dass die vom Induktorium gelieferten elektrischen Entladungen geeignete, also für die Röntgenröhre passende sind.

Die Art dieser Entladungen hängt ausser von der Konstruktion des Induktoriums sehr wesentlich von der Art der Unterbrechungen ab. Bekanntlich benützen wir in der Röntgenröhre nur den Öffnungsinduktionsstrom, während der Schliessungsstrom für unsere Zwecke nicht nur vollständig unnütz, sondern für die Lebensdauer der Röhre von Nachteil ist. Wir haben deshalb dafür Sorge zu tragen — und zwar um so mehr, je geringerer Potentialdifferenz die Röntgenröhre für den Durchgang der Entladungen bedarf, also je weicher sie ist —, dass der Schliessungsstrom sehr kleine Spannungsdifferenz zeigt, während die Öffnung des Primärstromes so plötzlich wie möglich erfolgt.

Bei grosser Einfachheit des Betriebes erfüllen diese Bedingungen der Wehnelt- und der Simon-Unterbrecher in hohem Grad, natürlich vorausgesetzt, dass die Induktorien in geeigneter Weise hergestellt sind.

In der Röntgenliteratur ist bisher der Simon-Unterbrecher meiner Ansicht nach etwas zu stiefmütterlich behandelt worden. Ich habe viel mit demselben gearbeitet und kann ihn besonders in der regulierbaren Form, wie ihn die Polyphos-Gesellschaft, München, liefert, nur empfehlen.

Über die Unterbrechungszahl noch einige Worte:

In dem mehrfach erwähnten Vortrag in Frankfurt a. M. habe ich bereits mitgeteilt, dass eine zu grosse Unterbrechungszahl, wenigstens bei länger dauernder Exposition, mit Rücksicht auf die Beanspruchung der Röntgenröhre nicht von Vorteil ist, sondern dass man bei längerer Expositionszeit weit zweckmässiger nicht zu schnelle Unterbrechungen wählt.

Aber auch bei kürzeren Expositionszeiten wird man die Unterbrechungszahl vorteilhaft nur so gross nehmen, dass die oben erwähnten Bedingungen

Digitized by Google

für die Art der Unterbrechungen noch genügend erfüllt werden. Andrerseits wird aber die Expositionszeit um so geringer, je schneller die Unterbrechungen aufeinander folgen; es wird also für einen bestimmten Unterbrecher und Induktor ein Optimum der Unterbrechungszahl auch bei kürzer dauernden Expositionen geben.

Über die Bedingungen, unter welchen in der Röntgentherapie möglichst intensive, gewünschte Wirkungen erzielt werden, darüber gehen die Meinungen noch sehr auseinander. Von der einen Seite wird der Krankheitsherd mit schwach wirkenden Strahlen lange Zeit, von der anderen mit sehr stark wirkenden kurze Zeit behandelt. Ein Arzt zieht Strahlen sogen. weicher Röhren, d. h. von Röhren, die geringe Potentialdifferenz benötigen, vor; ein anderer Strahlen von entgegengesetzter Art; der eine exponiert bei grossem Abstand der Röntgenröhre vom Körper, der andere nahe an demselben usw.

Wenn ich auch hierüber — und zwar vom physikalischen Standpunkt aus — meine Ansicht äussern darf, so geht dieselbe dahin, dass je nach dem Effekt, der erzielt werden soll, die Art der Röntgenstrahlen verschieden zu wählen ist. Wenn man z. B. ganz oberflächliche Einwirkungen auf die Haut erhalten will, wird man dieses am besten mit Strahlen, die sehr leicht absorbiert werden, also mit sogen. weichen Röhren, und bei nicht zu grosser Entfernung der Röhre vom Krankheitsherd, erreichen. Man wird zweckmässig sehr intensive Strahlen dieser Art verwenden, dafür aber nur relativ kurze Zeit bestrahlen, wird aber im allgemeinen, der leichteren Dosierung wegen, nicht die ganze notwendige Wirkung durch einmalige Bestrahlung hervorrufen, sondern mit Rücksicht auf die Latenzzeit durch zwei- oder dreimalige, in grösseren Zeiträumen aufeinander folgende, um unbeabsichtigte Verbrennungen zu vermeiden.

Soll eine Wirkung nicht nur auf die äussersten Hautpartieen, sondern auch auf etwas tiefer gelegene ausgeübt werden, so wird man besser etwas härtere, aber immer noch ziemlich weiche Röhren anwenden. Will man dagegen auf tiefer liegende Organe einwirken, ohne die Hautpartien stärker zu beeinflussen, so hat man Strahlen grosser Durchdringungskraft zu wählen, oder man hat die erzeugten Röntgenstrahlen zu filtrieren, also vor dem Auftreffen auf den Körper durch geeignete Substanzen fallen zu lassen, welche die leicht absorbierbaren Strahlen zurückhalten und die durchdringungsfähigeren durchlassen.

Es scheint mir überhaupt, als ob bis jetzt in der Röntgentherapie viel zu wenig Wert auf die Trennung der verschiedenen Strahlenarten gelegt worden wäre; ich glaube, dass die Erfolge, die schon sehr erfreuliche sind, noch bedeutend grössere und insbesondere sichere werden, wenn diese Forderung mehr berücksichtigt wird. Eines dürfte aber sicher sein, nämlich, dass man mit der Zeit in der Röntgentherapie, ebenso wie dies bereits in der Röntgenphotographie der Fall ist, bestrebt sein wird, mit intensiven Röntgenstrahlen zu arbeiten, dagegen das Hauptaugenmerk auf die Trennung der Röntgenstrahlenarten zu lenken und darauf, für jeden speziellen Zweck die richtige Art zu verwenden.

Nachdem man bis jetzt aber — im Gegensatz zu den Lichtstrahlen — eine vollständige Trennung der verschiedenen Röntgenstrahlenarten nicht vornehmen kann, so wird man zweckmässig Röntgenröhren von den erwähnten Eigenschaften verwenden und die nicht gewünschten Strahlen durch Filter, z. B. Staniol, nach Möglichkeit ausscheiden, wie dies bekanntlich bereits von verschiedenen Seiten praktisch angewandt wird. (Autor-Referat.)

Digitized by Google

Thor Stenbeck (Stockholm). Über den Einfluss der Tesla-Ströme auf Lungentuberkulose.

Im Jahre 1899 erschienen die ersten Angaben über den Einfluss der Teslaströme auf Lungentuberkulose, und im Jahre 1900 konnte Professor Doumer in Lille über 17 Fälle von Schwindsucht berichten, welche mit Erfolg mit Teslaströmen behandelt worden waren. Im selben Jahre berichtete auch Oudin über seine Beobachtungen, die nach derselben Richtung deuteten. Beide gelangten zu denselben Resultaten, welche zusammengefasst worden sind wie folgt: „Unter dem Einfluss dieser Applikationen (von lokalen Teslaströmen) sieht man nicht nur den Gesamtzustand rasch besser werden, den Appetit, wenn er schlecht war, gut werden; wenn er gut war, besser werden, das hektische Fieber und die Nachtschweisse erst nachlassen und dann schwinden, die Abmagerung gehemmt werden und einer Gewichtszunahme Raum gewähren, die bisweilen sehr rasch eintritt; sondern man sieht auch die Tuberkelbazillen an Anzahl abnehmen und sogar vollständig aus dem Auswurf verschwinden, diesen letzteren in einigen Wochen den Charakter wechseln, indem er eiterig, dann schleimig und sogar klar durchsichtig wird; ja man sieht die Veränderungen selbst in den Lungen besser werden, vereinzelt selbst bis zu völligem Verschwinden.

Diese Resultate lauteten sehr gut, fast zu gut. Bei dem I. internationalen Kongresse zu Paris 1900 sprach ich auch mein Bedenken hiergegen öffentlich aus. Indessen pflichteten Gandil und Rivière den Schlussfolgerungen bei, die Doumer gemacht hatte, mit der Bemerkung, dass auch Kranke mit sehr weit vorgeschrittener Lungentuberkulose einen sehr günstigen Einfluss erfahren, wenn sie auch keine völlige Genesung dadurch erreichen. Auf dem Kongress in Bern 1902 berichtete Professor Doumer wiederum über eine grosse Menge von Fällen, von denen er manche sogar seit 1896, wo er anfing, Schwindsüchtige mit Teslaströmen zu behandeln, hatte verfolgen können.

Als ich auf dem nordischen medizinischen Kongress in Helsingfors 1902 eine Übersicht über die therapeutische Bedeutung der Teslaströme zu geben suchte, berührte ich auch die oben erwähnten Erfahrungen. Ich stand indessen damals ziemlich skeptisch dem Gedanken gegenüber, dass die Teslaströme einen günstigen Einfluss ausüben sollten, wobei ich von der Prämisse ausging, dass sie zunächst eine Vermehrung des Stoffwechsels zur Folge haben würden und dass dadurch ein unmittelbarer Gewichtsverlust bei Beginn der Behandlung aller Wahrscheinlichkeit nach stattfinden würde — ein Gewichtsverlust von um so grösserer Bedeutung, als diese Kranken ja im allgemeinen der latenten Energie höchst bedürftig sind, die in dem aus früheren Zeiten aufgespeicherten Kraftvorrat zusammengespart liegt.

Seitdem sind aber weitere Angaben von anderen Verfassern hinzugekommen, welche für die gute Wirkung der Teslaströme bei Lungentuberkulose sprechen.

Professor E. Castex erwähnt in seinem 1903 erschienenen Lehrbuch die Teslaströme unter den Mitteln, „qui suractivent la défense naturelle de l'organisme et le font triompher de l'attaque bacillaire" und sagt: „De toutes les formes du courant électrique la seule qui ait donné quelque résultat est la haute fréquence".

C. Williams hat 1903 ein Buch „High frequency currents in treatment of some diseases" herausgegeben, worin er seine Versuche in thera-

Digitized by Google

peutischer Hinsicht besprochen hat. Er findet, dass Schwindsüchtige, die mit Teslaströmen behandelt worden sind, an Gewicht zunehmen, dass ihr Appetit und ihre Digestionsfähigkeit zunehmen, die Anzahl der weissen Blutkörperchen bei der Behandlung steigt u. s. w.

Die deutschen Gelehrten haben sich im allgemeinen wenig mit diesen Sachen befasst, und daher finden wir auch beispielsweise in dem neuerschienenen, sonst sehr vollständigen „Handbuch der Therapie der chronischen Lungenschwindsucht" von Schröder und Blumenfeld die vorstehend zitierten Angaben nicht einmal erwähnt.

Da einige der oben erwähnten Untersuchungen als Notizen auch in schwedischen Zeitungen erschienen und ich infolgedessen von meinen eigenen Patienten hierüber befragt wurde, so konnte ich weder, noch wollte ich den abweisenden negativen Standpunkt beibehalten, den ich zuvor eingenommen hatte. In den letzten zwei Jahren habe ich daher an Schwindsucht leidende Patienten mit Teslaströmen behandelt und da besonders gegenwärtig das Interesse für die Tuberkulosebehandlung lebhafter ist, als es lange Zeit hindurch war, bin ich der Meinung, auch aus diesem Grunde in aller Kürze über diese Fälle berichten zu müssen.

Zunächst dürfte ein kurzer Bericht über die Applikationsweise der Teslaströme bei dieser speziellen Behandlung der Lunge am Platze sein.

In erster Linie sind sehr starke Ströme erforderlich — im Gegensatz zu einer ganzen Reihe anderer Krankheiten (z. B. des chronischen Ekzems) wo schwache Ströme zweckmässiger sind. Man wendet das bekannte Instrumentarium von d'Arsonval, am besten in Verbindung mit einem Resonator nach Oudin an, zu dessen Betrieb ein Induktorium von am liebsten 60, mindestens aber 50 cm Funkenlänge notwendig ist; ein Induktorium von 30 cm Funkenlänge, das ich bisweilen anfänglich anzuwenden suchte, gab zu schwache Ströme. Ferner muss man doppelpolig und mit Effluvien behandeln, die von 15—30 cm Länge sein müssen. Der eine Pol, der aus einer ziemlich grossen Bleiplatte besteht, wird dem Patienten auf den Rücken gelegt, wobei derselbe, um gleichzeitig guten Kontakt mit der Platte zu erhalten und eine nicht anstrengende Stellung einzunehmen, zweckmässig sitzend in einem Stuhl mit rückwärts geneigter Rücklehne plaziert wird. Der andere Pol wird der Partie der Lunge genähert, die behandelt werden soll, und zwar so nahe, dass Funken im Begriff sind überzuspringen. Dabei entstehen diese sogen. Effluvien, violette, schwach leuchtende Entladungen, bestehend aus äusserst raschen und starken elektrischen Oscillationen mit einer Spannung von ein paar hunderttausend Volt und einer Frequenz bis zu einer halben Million in der Sekunde.

Es erfordert ziemlich grosse Uebung und ist auch recht anstrengend, die Elektrode in der richtigen Entfernung zu halten. Am besten dürfte es sein, wie auch Doumer vorschlägt, sie so nahe zu halten, dass bisweilen kleine Funken auf den Körper hinüber springen, was wohl dem Patienten ein stechendes Gefühl in der Haut, aber nicht die schweren Krampfzuckungen verursacht, die ein gewöhnlicher Induktionsfunke hervorrufen würde.

Nach der Behandlung ist die Haut rot und heiss, und zuweilen entsteht Stechen und Jucken für eine Weile; sonst aber bedingt die Behandlung keinerlei Unannehmlichkeiten für den Patienten.

Digitized by Google

Die Resultate, zu welchen ich inbetreff des Nutzens der Teslaströme gegen Schwindsucht gelangt bin, stimmen, so weit ich dies habe kontrollieren können, mit den vorstehend zitierten Doumérs überein.

Da die Krankengeschichten sich im ganzen ziemlich ähnlich sind, will ich nur kurz die allgemeine Auffassung darlegen, die ich von denselben erhalten habe.

Zunächst möchte ich die Gewichtszunahme hervorheben, die ja etwas rein objektives ist. (Vortragender demonstriert darauf Gewichtskurven.)

Wie man sieht, nimmt das Gewicht der Patienten im allgemeinen zu, wobei zu beachten ist, dass, mit wenigen Ausnahmen, keinerlei Veränderung der Diät und der Lebensweise vorgeschrieben worden ist und solche auch nicht vorgeschrieben zu werden brauchte, da die meisten Patienten zuvor in ärztlicher Behandlung waren und dann die gewöhnlichen Vorschriften erhalten hatten.

Aus den Kurven erhellt demnach, dass bei der Behandlung mit Teslaströmen in nahezu allen Fällen das Gewicht zugenommen hat, in den meisten recht wesentlich. Zwei Fälle sollten vielleicht eigentlich nicht hier aufgenommen werden, da sie zwei noch nicht erwachsene Personen betreffen, weshalb die abnorm rasche Zunahme nicht ausschliesslich den Teslaströmen zugeschrieben werden kann, sondern auch von dem Wachstum der Patienten abhängig ist. Ein paar Fälle von Kindern, die behandelt wurden, habe ich ausgelassen, aber sonst sind alle Fälle, die ich behandelt habe, hiermit aufgenommen worden.

Natürlich ist aber die Gewichtzunahme von keiner so entscheidenden Bedeutung, dass man daraus allzu sichere Schlussfolgerungen ziehen dürfte. Daher ist es von um so grösserem Interesse, dass auch die übrigen, sowohl subjektiven, wie objektiven Symptome im ganzen genommen bedeutend gebessert sind. Der Husten hat nachgelassen und oft gänzlich aufgehört. Rasseln und besonders Rhonchi sind verschwunden, und im Zusammenhang damit ist der Auswurf weniger geworden. Fiebersymptome und Nachtschweisse sind in den beiden einzigen Fällen, wo solche aufgetreten waren, rasch geschwunden. Im allgemeinen habe ich nämlich Patienten in Behandlung gehabt, wo sich die Krankheit mehr chronisch entwickelt hatte.

Dass die allermeisten Patienten demnach während der Behandlung besser geworden sind, ist unzweifelhaft — aber sind sie nun auch auf Grund der Behandlung besser geworden?

Vieles spricht hierfür: Sie sind nicht in eine Anstalt aufgenommen worden oder haben überhaupt ihre Lebensweise geändert. Sie besorgen ihre Arbeit wie zuvor und werden nur ambulatorisch behandelt. Sie haben vorher genaue Vorschriften darüber erhalten, wie sie ihre Gesundheit pflegen sollen, so dass auch hierin nichts Neues hinzugekommen ist. Medizin ist nur in einigen Fällen verabreicht worden. Die Fälle verteilen sich ziemlich gleichmässig auf die verschiedenen Jahreszeiten. Alles ist im ganzen genommen unverändert — ausser eben, dass die Teslabehandlung hinzugekommen ist.

Wie aber die Sache auch einstmals ihre Erklärung finden wird, und wenn wir sie auch jetzt noch nicht ergründen können, so scheint es doch als ob die Elektrotherapie hier ein neues Gebiet errungen hat, und hierüber kann man sich eigentlich nicht so sehr wundern, denn die ärztliche Kunst gelangt unweigerlich mehr und mehr in das Zeichen der Radiotherapie.

(Autor-Referat.)

Digitized by Google

Register des VI. Jahrganges 1904.

I. Abhandlungen.

II. Technische Mitteilungen.

Digitized by Google

III. Literatur-Bericht.

a) Sammelreferate.

b) Auszüge und ausführliche Referate.

Digitized by Google

c) Neue Bücher.

d) Zeitschriftenübersicht.

IV. Chronik.

V. Korrespondenz.

Digitized by Google

Autoren-Register.

(Die Zahlen bedeuten die Seiten.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Sach-Register.

(Die Zahlen bedeuten die Seiten.)

Digitized by Google

F.

G.

H.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

2 Gal. 75.



Digitized by Google



Digitized by Google